




INSTITUTO DE GEOLOGIA

INSTITUTO GEOLÓGICO DE MÉXICO.

DIRECTOR, JOSÉ G. AGUILERA.

BOSQUEJO GEOLÓGICO

DE MÉXICO.



MEXICO
OFICINA TIP. DE LA SECRETARÍA DE FOMENTO,
Calle de San Andrés, núm. 15 (Avenida Oriente 51),

1896


Verna


BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO

CIC - 906



INGENIERO ANTONIO DEL CASTILLO

DIRECTOR FUNDADOR DEL INSTITUTO GEOLÓGICO DE MÉXICO

ANTONIO DEL CASTILLO.

El Ingeniero Antonio del Castillo, Profesor de Mineralogía y Geología en la Escuela N.: de Ingenieros, Director de dicha Escuela y fundador y Director del Instituto Geológico, murió en México el 27 de Octubre de 1895.

Según los informes que he podido adquirir, nació el Sr. Castillo en el pueblo de Pungarabato perteneciente al Distrito de Huetamo del Estado de Michoacán y se bautizó en la parroquia de Cutzamala, pueblo perteneciente al Distrito de Mina del Estado de Guerrero. La fecha de su nacimiento no es conocida y parece según la autorizada opinión de su familia, que nació el año de 1820, no pudiéndose averiguar con exactitud la edad por haber quemado el ejército francés en la época de la Intervención francesa en México el archivo de la parroquia de Cutzamala á cuya jurisdicción pertenecía el rancho, hoy pueblo de Pungarabato de donde era toda la familia del Sr. Castillo. Fué el cuarto hijo del General Coronel A. del Castillo que por sus buenos servicios militares, por su valor y talento conquistó en el ejército mexicano el grado de General y mereció como recompensa la distinción de ser electo por el pueblo de San Luis Potosí, Gobernador de dicho Estado. Su madre, la Sra. Doña Marcelina Patiño perteneciente á una de las mejores familias de la comarca, fué quien estimuló las aptitudes que había descubierto en el joven del Castillo y á ella se debe que él se dedicara al estudio de una ciencia por la cual manifestó mucha afición desde la infancia.

Con el fin de dar al joven del Castillo una educación esmerada y superior á la que podía proporcionársele en las poblaciones de mayor importancia de las inmediaciones del lugar de su nacimiento fué mandado á México en 1832 á la escuela dirigida por el caballero francés Matyen de Fossey, que era una

de las mejores de aquella época en la Capital. En esta escuela hizo el estudio de todas las materias que entonces formaban la instrucción primaria y de perfeccionamiento, y terminada esta última salió para ingresar al Colegio de Minería.

Cursó con bastante aprovechamiento las asignaturas requeridas entonces para la carrera de Ingeniero de Minas, habiendo sobresalido en las materias que más tarde habían de ser las que le dieran renombre dentro y fuera del país.

Concluída la práctica exigida por la ley para la expedición por el Supremo Gobierno del título de Ingeniero de Minas, presentó su examen profesional el 5 de Marzo de 1845.

Antes de terminar sus estudios profesionales el Sr. Castillo había sido empleado de la Escuela de Minas, desempeñando el cargo de Secretario, de 1846 á 1848; el de Sustituto de la Cátedra de Mineralogía, de 1845 á 1851.

Obtuvo por oposición la plaza de Profesor propietario de Mineralogía y Laboreo de Minas. Fué nombrado Subdirector de la Escuela N. de Ingenieros en 12 de Febrero de 1869 y por nombramiento del Supremo Gobierno de 12 de Diciembre de 1876 es Director de la Escuela hasta el 15 de Noviembre de 1879. Vuelve á encargarse de la Dirección el 17 de Enero de 1881 y permanece con ligeras interrupciones debidas á comisiones del Supremo Gobierno hasta tres meses antes de su muerte.

El Sr. Castillo en el desempeño del profesorado de la clase de Mineralogía tuvo muchas interrupciones debidas á nombramientos y comisiones oficiales. Sustituyó al Sr. Don Andrés Manuel del Río y desempeñó la clase por el espacio casi de medio siglo.

En 1854 fué uno de los Profesores fundadores de la Escuela Práctica de Minas del Fresnillo, dando el curso de Laboreo y Mecánica aplicada á las minas.

Fué Profesor de Mineralogía desde 1846 hasta 31 de Mayo de 1863. Volvió á encargarse de este curso el 1º de Octubre de 1867, permaneciendo hasta el 20 de Junio de 1869 en que se separó con licencia; se encarga otra vez de la clase de Mineralogía el 7 de Julio de 1870 hasta el 27 de Enero de 1881 en que se vuelve á separar con licencia. Se hace nuevamente cargo de la clase en 1º de Agosto de 1881 y continúa hasta el 31 de Mayo de 1889 en que se separa con licencia para encargarse de la Comisión Geológica creada en esa fecha. En 1º de Febrero de 1891 vuelve otra vez á la clase, separándose en 15 de Abril de 1891 para no volver á ocupar ese empleo.

Desempeñó el Sr. Castillo la clase de Química Analítica desde 1º de Febrero de 1880 hasta 30 de Junio de 1886, como Profesor nombrado, del 1º de Fe-

brero de 1880 á 31 de Julio de 1881, y los años restantes por arreglo privado hecho con el Sr. Urquiza, que siendo nombrado Profesor de Química Analítica substituye al Sr. Castillo en la clase de Mineralogía, Geología y Paleontología, para que él siguiera encargándose del curso de Química Analítica.

En sus cursos prácticos de Geología acostumbraba llevar á sus alumnos á distintas partes del país con el fin de adquirir datos para la formación de una carta geológica de la República.

Fué comisionado por el Sr. Luis Robles Pezuela, Ministro de Maximiliano, para hacer el estudio que comprendiera el reconocimiento del Valle de México en general y en particular de los Minerales de Zacatecas, Guanajuato, etc. debiendo terminar esta comisión en Agosto de 1867.

Como Profesor de Mineralogía, y en los últimos quince años de Geología y Paleontología, por haberse reunido los dos cursos en uno solo, el Sr. Castillo prestó grandes servicios á su país; y á su actividad y numerosas relaciones dentro y fuera del país se debe la formación del gabinete de Mineralogía, Geología y Paleontología de la Escuela N. de Ingenieros, que llegó á poseer en vida del Sr. Castillo la colección más completa de minerales y rocas mexicanas.

Como Director de la Escuela mejoró notablemente el Laboratorio de Química Analítica y el gabinete de Mecánica; contribuyó eficazmente para la creación de la nueva Escuela Práctica de Minas de Pachuca y procuró siempre hacer progresar á la Escuela de Ingenieros, especialmente en lo que respecta á la carrera de Ingeniero de Minas. Llevó á cabo muchas mejoras materiales en varios de los departamentos de la Escuela.

No obstante su largo profesorado y los conocimientos prácticamente adquiridos en diversas expediciones por diferentes partes del país el Sr. Castillo publicó un reducido número de opúsculos y de artículos. Con motivo de la creación de la Comisión Geológica había emprendido, para dar á conocer todos sus descubrimientos, la recopilación de sus notas de viaje y la ordenación de sus descripciones de la fauna fósil de la Cuenca de México, pero la muerte le sorprendió en su tarea y no sabemos en que estado dejaría sus trabajos. Se proponía dar una explicación del Bosquejo Geológico de la República que habíamos terminado en 1889, pero no dejó en los archivos del Instituto un solo documento ni una cartera con apuntes que respondiera á este su último propósito.

Publicó el Sr. Castillo los trabajos siguientes:

Resumen de los trabajos que sobre reconocimiento de criaderos y minas de azogue se practicaron en 1844. Publicado en 1845.

Cuadro de las especies mineralógicas de la República. 1846.

Instrucciones sobre las vetas metalíferas. Anuario del Colegio de Minería. Año de 1848, pp. 54 á 64, pl. I. á VI. 1849.

Notas sobre algunos Minerales, loc. cit. pp. 65 á 69.

Rápida exploración Geológica de las montañas inmediatas al N. de la ciudad de Tehuacán y del cerro Tlachique al S. de Tepeyahualco. Bol. del Instituto Nacional de Geografía y Estadística, Vol. I. pp. 336 á 340, México Noviembre de 1849.

Reconocimiento de las minas y criaderos de hierro de dos grupos de cerros distantes entre sí, más de 1 legua de N. á S. y situados entre los pueblos de Xonacatepec y Xalostoc de O. á P., con una rápida exploración geológica de la región que comprenden y acompañado de las cartas de su posición geográfica y topográfica. Bol. de la Soc. Mex. de Geog. y Est., Tom. III pp. 64 á 70 con dos lam. México 1852 pres. en 14 de Nov. de 1851.

El Animal Planta. Bol. de la Soc. de Geog. y Est. Tom. X pp. 453–454. Mex. Agosto. 1864.

Cuadro de la Mineralogía Mexicana, Bol. de la Soc. Mex. de Geog. y Est. Tom. X. pp. 664–671. Mex. Nov. 26 de 1864.

Descripción de la masa de fierro meteórico de Yanhuitlán, Bol. de la Soc. Mex. de Geog. y Est. Tom. X pp. 661–665 Mex. Nov. 20 de 1864.

Discurso pronunciado en la sesión inaugural de la Sociedad Mexicana de Historia Natural el 6 de Sept. de 1868. La Naturaleza, Tom. I. pp. 1–5 México 1870.

Los criaderos de azufre de México y su explotación, La Nat. Tom. I. pp. 44–50 Méx. 1870.

Resumen de los trabajos que sobre reconocimiento de criaderos y minas de azogue se practicaron el año de 1844, etc., etc. La Nat. Tom. II, pp. 39–140, 1873.

Ensaye de los cuarzos auríferos por una determinación calorimétrica, etc., La Nat. Tom. II pp. 140–1873.

Descubrimiento de una nueva especie mineral de bismuto. La Nat. Tom. II, pp. 274–276. Mex. 1873.

Noticia de la existencia del arsénico nativo en la República Mexicana. La Nat., Tom. II pp. 313.

Dictamen acerca de la nueva especie mineral de Mercurio descubierta por M. Barcena. La Nat. Tom. III pp. 37–91. Méx. May. 1874.

Descripción del mineral bismutífero de San Luis Potosí. La Nat. Tom. III, pp. 92–94, Jul. 1874. (Pub. en 1876).

Noticias sobre los criaderos de grafita ó plombagina de México, La Nat. Tom. III pp. 275–281. Junio 20 de 1875. (Pub. en 1876).

Noticias sobre el hallazgo de Restos Humanos Prehistóricos en colaboración con el Sr. M. Bárcena. La Nat. Tom. VII pp. 257–264. Dic. de 1884. (Pub. en 1887).

Informe sobre un reconocimiento de un criadero de plata en Santa Cruz Miahuatlán. México Enero 8 de 1851.

Memoria sobre las minas de azogue de América, México 1871.

Riqueza minera de la República. Región austral de la Peninsula de la Baja California. México 1857.

Indicaciones acerca de la reforma á las Ordenanzas de Minería, México 1865,

Clasificación de mamíferos fosiles del Cuaternario del Valle de México, presentada en la Sesión de 3 de Febrero de 1869 de la Sociedad Geológica Alemana.

Catalogue descriptif des Météorites du Mexique. Paris 1889.

Plano Geológico del Peñón de los Baños. 1887–1893.

Plano Geológico y Petrográfico de la Cuenca de México, región S.W., en colaboración con E. Ordóñez. 1893.

Carta Minera de la República Mexicana. 1893.

Plano geológico Minero del Real de S. Antonio y El Triunfo, de la Baja California.

Plano geológico de las minas de la Ferrería de la Encarnación y del Distrito Minero de San José del Oro en colab. con L. Cabañas y E. Ordóñez, 1888. (Pub. en 1893).

Cortes geológicos de Pozos artesianos abiertos en la Cuenca de México. 1893.

Boletín de la Comisión Geológica nº 1. En colaboración con J. G. Aguilera.—Mex. 1895.

José G. Aguilera.

BOSQUEJO GEOLÓGICO DE MÉXICO.

PRÓLOGO.

La Secretaría de Fomento, Colonización, Industria y Comercio, presentó al Congreso de la Unión, el 26 de Mayo de 1886, la iniciativa para la creación del Instituto Geológico de México. El Sr. Secretario de Fomento, General Carlos Pacheco, apoyando la iniciativa y esfuerzos del Sr. Ingeniero Antonio del Castillo, obtuvo del Sr. Presidente de la República, en Marzo de 1888, el acuerdo para la formación de una Comisión Geológica de la República, mientras que el Congreso General resolvía sobre la iniciativa del establecimiento de un Instituto Geológico. Nombrado Director de la Comisión Geológica el Sr. Castillo, se encargó desde luego y con motivo de la Exposición Internacional de Paris, que debía celebrarse en 1889, de la formación de un bosquejo de la Carta Geológica general de la República para presentarla en dicha Exposición, y se propuso á la vez la ejecución de la Carta Minera de la República y cartas geológico-mineras de los Distritos de Minas más importantes.

La publicación de la Carta Minera y del Bosquejo Geológico que abrazaba casi las dos terceras partes del territorio de la República, y que fueron distribuídos en todo el mundo científico, fué el resultado de la patriótica y decidida protección que tanto el Primer Magistrado de la Nación como el Señor Secretario de Fomento impartieron á la Comisión.

Para llevar á cabo estos trabajos en el corto tiempo que había disponible, el Sr. Castillo propuso á la Secretaría de Fomento el personal de la Comisión Geológica que fué aceptado y nombrado por dicha Secretaría de la manera siguiente:

Geólogo.—José G. Aguilera, nombrado en Mayo 12 de 1888.

Geólogo.—Baltazar Muñoz, nombrado en Agosto 1º de 1888.

Ayudante de geólogo y dibujante.—Ezequiel Ordóñez, nombrado en 30 de Abril de 1888.

Ayudante de geológo y topógrafo.—Lamberto Cabañas, nombrado en Abril 30 de 1888.

Topógrafo.—Francisco Garibay, nombrado en Abril 30 de 1888.

Dibujantes.—Juan Orozco y Berra, nombrado en Mayo 7 de 1888, y Luis G. Becerril, nombrado en Abril 30 de 1888.

Escribiente.—Francisco Brito, nombrado en Abril 30 de 1888; sólo desempeñó sus funciones hasta 8 de Mayo en que se nombró para sustituirlo al Sr. D. Juan Alonso.

Comisionado el Sr. Castillo para representar á México en el Congreso Internacional Geológico que se reunió en Londres el 17 de Septiembre de 1888, fueron suspendidos los Ayudantes, Dibujantes y Topógrafos, hasta Diciembre 7 de 1888, fecha en que regresó el Sr. Castillo de Europa, y fueron de nuevo nombrados con sus respectivos cargos, los Sres. Ordóñez, Cabañas, Becerril, Orozco y Berra y Alonso, separándose el Sr. Garibay.

Con fecha 14 de Diciembre, el Ministerio, á propuesta del Sr. Castillo, nombró Geólogo auxiliar al Sr. Joaquín L. Rivero. Durante la ausencia del Sr Castillo sólo quedaron en trabajo los Sres. Aguilera y Muñoz. El plan de operaciones adoptado para la ejecución del Bosquejo Geológico de la República que debía ser presentado junto con la Carta Minera en la Exposición Internacional de Paris, fué el de completar los datos existentes por medio de itinerarios geológicos convenientemente escogidos para obtener la mayor suma posible de datos en las regiones no conocidas. Estos itinerarios de exploración debían hacerse con la mayor rapidez y llevando solamente por objeto el deslinde aproximado de las principales formaciones del país. Además de estos itinerarios se utilizaron otros hechos por el Sr. Aguilera en el tiempo que como segundo naturalista de la Comisión Geográfico-Exploradora, estuvo encargado de los reconocimientos geológicos de grandes porciones de los Estados de Puebla, Veracruz, Tlaxcala, Oaxaca y Sonora.

Dada la inmensa extensión del territorio nacional, la falta absoluta de horizontes geológicos que pudieran servir de referencia para los trabajos de esta Comisión, lo perentorio del plazo en el cual dicho trabajo debía presentarse, y atendiendo á la confusión que de algunas de nuestras extensas formaciones habían hecho los geólogos extranjeros y nacionales, era imposible pretender la ejecución de una carta geológica en la cual se deslindaran divisiones taxonómicas inferiores á las grandes unidades que se designan con el nombre de sistemas.

Como el propósito de la Comisión no era formar una carta petrográfica, sino una carta meramente geológica, no se cuidó de ir deslindando cada una de las diferentes rocas integrantes del suelo, sino que reuniendo todas aquellas que se habían formado en el transcurso de un mismo período, asignó para cada una de éstos un color que fué tomado de la gama propuesta para uniformar esta clase de trabajos en el Congreso Geológico Internacional de Bolonia de 1882; y respecto á las rocas eruptivas, en la imposibilidad de poderlas deslindar sobre una carta escasa de puntos de referencia, se prefirió adoptar solamente dos colores para designar respectivamente las dos grandes series en que se dividen.

La escala adoptada para la construcción de las cartas geológica y minera, fué la de 1 : 3.000,000, por considerarse la más conveniente, dada la escasez relativa de puntos situados por coordenadas geográficas en el territorio de la República, que tenían que servir de puntos de referencia. Después se hizo una edición de la Carta Geológica á escala más pequeña.

Para la Carta Geológica se utilizaron las colecciones de rocas mexicanas existentes en el Gabinete de Mineralogía y Geología de la Escuela Nacional de Ingenieros, haciéndose forzosa una revisión y reclasificación de todos los ejemplares, en vista de los diferentes sistemas de clasificación que habían sido adoptados por los distintos profesores que habían servido la clase de Mineralogía y Geología, y con el objeto de seguir la clasificación de Fouqué y Levy tal como la exponía Lapparent en su tratado de Geología, edición 2ª. Este trabajo que podemos llamar fundamental para la construcción de la Carta Geológica, pues que se trataba de la clasificación de todo el material acumulado en los gabinetes respectivos de la Escuela desde su fundación á fines del siglo pasado hasta el año de 1887, fué llevado á cabo por el que esto escribe utilizando las localidades de los ejemplares de rocas y fósiles, para situarlos como otros tantos puntos cuya constitución y edad eran conocidas, pero acerca de la extensión de la formación á que pertenecían, no siempre se poseían datos ni siquiera aproximados, y sólo en muy raros casos se tenían datos precisos. Esta red de puntos así situados sobre la Carta, unida á las Cartas de las formaciones Geológicas de los Estados de Puebla, Tlaxcala, Oaxaca, Sonora y Veracruz, que como he dicho antes se habían formado por el que subscribe, constituyeron el núcleo de nuestros conocimientos de la Geología del suelo mexicano, núcleo que nos sirvió de base para la discusión y consignación de datos en diversas épocas, publicados por autores extranjeros y mexicanos, relativos á diferentes porciones del territorio; reduciéndose así á menores proporciones los trabajos de campo que teníamos necesidad de llevar á cabo para conseguir la representación en nuestra Carta de más de un 50 por ciento de la superficie del país.

El Sr. Castillo acompañado de los Sres. Ordóñez y Cabañas, hizo algunas expediciones á algunos de los principales minerales de los Estados de México é Hidalgo, y en compañía del que subscribe visitó algunos del Estado de Querétaro.

Siendo indispensable para la pronta adquisición de datos la subdivisión del trabajo, se encomendó al Sr. Muñoz la exploración del Estado de Chihuahua extendiéndola hacia el P. hasta la parte septentrional de Sinaloa y meridional de Sonora, al Sr. Aguilera se le encomendó la exploración de los Estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Veracruz y parte oriental de los Estados de San Luis Potosí y Durango.

En todas estas expediciones se recogían datos relativos á las minas en trabajo y la situación de los centros mineros hecha por los miembros de la Comisión, que se utilizaban por el Sr. Castillo para formar, en un esqueleto de la Carta Geográfica de la República, la Carta Minera.

La carta Geológica fué construída con los trabajos siguientes: Para el Istmo de Tehuantepec se tomaron en consideración, la carta geológica formada por el Ingeniero Agustín Barroso y publicada en "Anales del Ministerio de Fomento," Vol. III, 1880, como parte del Informe de la Comisión Mexicana para el reconocimiento del Istmo de Tehuantepec, bajo la dirección del Ingeniero Manuel Fernández Leal, y la carta geológica del Istmo publicada por el Dr. J. C. Spear en Reports of Explor. and Surv. of the Istmus of Tehuantepec by R. W. Shufeldt, Washington, 1872; y los datos adquiridos por el Sr. Castillo de los donadores de muestras de rocas y minerales de esa parte del país. La zona contigua á Guatemala fué hecha por el subscrito, aprovechando una colección que le fué obsequiada por el Sr. Melchor Calderón, quien la formó durante el tiempo que como miembro de la Comisión de Límites entre México y Guatemala permaneció en esa parte del país, suministrando todos los datos y aclaraciones indispensables para poder juzgar de la importancia y extensión de cada una de las rocas; se utilizó también para esta región por el subscrito una colección muy interesante, formada por el Sr. Profesor Goyzueta, mientras estuvo en Chiapas como géologo de la Comisión de Límites, sirviendo esta colección para completar, ratificar y rectificar los datos proporcionados por la colección Calderón. El Estado de Sinaloa se copió íntegro de una carta geológica de Sinaloa, formada por el Sr. Federico Weidner, cuya carta por informes que entonces tenía el Sr. Castillo era bastante buena para ser utilizada en el Bosquejo, pero que después me he convencido que está llena de errores. Para la Baja California se aprovecharon los informes de la Comisión Exploradora de la Baja California, publicados en "Anales del Ministerio de Fomento," tomo VIII, pp. 117–327, 1887 y la carta geológico–minera formada por el Sr. Castillo que fué publicada después por la Comisión como una de las cartas geológico–mineras de algunos Distritos Mineros importantes. La faja de terreno que de la ciudad de Oaxaca se extiende á Jamiltepec y la porción occidental y Sur del Estado de Guerrero fueron representados con datos del Sr. Castillo y en vista de las colecciones de rocas que de esos rumbos poseía el mismo Sr. Castillo.

El Bosquejo Geológico con la explicación de sus colores, servía tan sólo para juzgar de la extensión é importancia relativa de cada una de las formaciones en él consignadas; pero no daba, como es natural, idea alguna de la naturaleza de sus rocas, su situación y posición actual, así como de su valor, considerado bajo el punto de vista industrial.

Con el objeto de suministrar todos estos datos, así como los medios que permitan hacer la identificación de cada una de las formaciones del país, es decir con el objeto de dar la explicación del Bosquejo Geológico, hemos emprendido la tarea, bien difícil por cierto, de recopilar, discutir y extractar todos los datos que hemos podido tener á las manos, para que unidos á los de nuestra propia observación, nos permitieran trazar, de acuerdo con la índole del Bosquejo Geológico, los rasgos característicos de cada una de las formaciones de nuestro país.

Para llevar á cabo el objeto propuesto se ha dividido esta memoria en tres partes: la primera contiene todos los itinerarios geológicos, descripciones, perfiles, cortes y notas que se han utilizado para la formación del primer Bosquejo Geológico y la preparación de la nueva edición del Bosquejo que acompaña á esta memoria; la segunda parte escrita por el subscrito se ocupa de hacer una revista de todas las formaciones conocidas hasta ahora, en cuya revista se sigue para cada sistema estratigráfico el siguiente programa: naturaleza de las rocas, distribución geográfica, posición en la serie estratigráfica mexicana, dislocaciones, erupciones principales, criaderos minerales que se encuentran en el sistema y las principales aplicaciones industriales que se pueden dar á sus rocas, terminando con una exposición sucinta de las condiciones físicas del país en el transcurso de los tiempos geológicos, que viene á ser un ensayo de la evolución continental de nuestro territorio; la tercera parte escrita por el Sr. Ordóñez tiene por objeto dar la idea más exacta posible de las numerosas é interesantes rocas eruptivas mexicanas en cuanto á su naturaleza, relaciones, orden de sucesión y papel que desempeñan en la estructura y relieve del suelo, así como su importancia bajo el punto de vista minero, ya que tienen con ellas una relación más ó menos íntima la mayoría de nuestros criaderos minerales.[1]

Abrigamos la esperanza de que el público sabrá dar á este trabajo el caracter que le corresponde, que es el de una breve reseña explicativa del Bosquejo Geológico y en manera alguna la descripción minuciosa de cada uno de los pisos geológicos que existen en México, para cuyo trabajo sería necesario mayor suma de conocimientos de los que se poseen en la actualidad sobre dichas formaciones y reclamarían la publicación de monografías especiales algunas de las cuales tenemos ya en preparación. Téngase pués, nuestra reseña como una verdadera sinopsis de la geología nacional y no se busquen en ella datos que estarían fuera de su índole.

José G. Aguilera.

1 Las dos últimas partes de esta memoria con algunas modificaciones fueron publicadas menos completas en 1893 con el nombre de "Datos para la Geología de México, por José G. Aguilera y Ezequiel Ordóñez.

PRIMERA PARTE.

ITINERARIOS GEOLÓGICOS.

ESTADOS DE DURANGO, CHIHUAHUA, SONORA Y SINALOA.

R. F. BUELNA.

I

DURANGO.—GEOLOGÍA GENERAL.

La región N. del Estado de Durango está constituída por las formaciones siguientes:

CUATERNARIO.—Ocupa la zona oriental de la región, que linda al E. con Coahuila y al N. E. con Chihuahua; en el centro del Estado se prolonga en dirección N.E. á S.W. hasta la Capital del mismo; de allí se dirige hacia el N., entre la sierra de San Francisco al E. y la Sierra Madre al W., hasta el N. de Guatimapé; forma los valles de erosión de los ríos de Santiago, Tepehuanes, del Zape, del Sistín y del Oro, (éstos tres últimos son el mismo con los diversos nombres de las localidades por donde pasa), y multitud de pequeños valles y depresiones que existen en la región. Se halla interrumpido por la sierra de Mapimí en el E. y por la de Nazas y gran número de cerros en el centro y N.

TERCIARIO VOLCÁNICO.—Constituye las sierras de S. Francisco y la Candela en la Sierra Madre; los cerros de los valles de Durango, Canatlán y Guatimapé que pueden considerarse como restos de los contrafuertes de las serranías que los circundan; parte de la sierra de "La Boquilla del Muerto" y la cima de las prominencias secundarias (cretáceas) que se hallan en esta sierra y en la de Nazas. Las rocas dominantes son las rhyolitas; se encuentran ademas retinitas, perlitas, traquitas, andesitas, dioritas (abundantes en las regiones minerales), basaltos, granitos recientes y tobas volcánicas en la mayor parte de las cimas de la sierra y en algunas prominencias aisladas en las planicies.

Secundario jurásico superior y serie cretácea.—Ocupa la región occidental de la zona cuaternaria y se extiende hacia el W. hasta la sierra del Oro ó Indé y contrafuertes orientales de la sierra de San Francisco; constituye algunas de las prominencias que interrumpen la formación cuaternaria en la sierra de Nazas y es interrumpida por la sierra de la Boquilla del Muerto. En el N. está representado por calizas compactas, generalmente de color claro, correspondientes al horizonte geológico del subsuelo de la región S.W. del Estado de Chihuahua; hacia el S. por caliza-pizarra compacta, de color generalmente obscuro, fosilífera en las inmediaciones del pueblo del Gallo.

En las profundas barrancas que la erosión ha producido en las vertientes occidentales de la Sierra Madre, entre los paralelos 24°50′ y 25°15′ de latitud N. (datos tomados de la Carta Minera por el Profesor Antonio del Castillo), y á una altura inferior á 1600 metros sobre el nivel del mar, se observa una formación sedimentaria, que consiste en pizarras compactas, arcillosas, de color obscuro, en partes alteradas, cuyos estratos presentan grandes diferencias de inclinación como en dirección. A mayor latitud esta formación desaparece y ó no existe ó sufre una profunda depresión; pues no se observa ni en el Torreón ni en las Juntas, que se hallan en las márgenes del río de Tahuehueto, respectivamente á 590 y 300 metros de altura sobre el mar. La falta de datos no permite aún clasificar esta formación.

II

Criaderos metalíferos.

La división de los criaderos metalíferos por Distritos mineros, conduciría á frecuentes repeticiones por la gran analogía, si no completa igualdad, que la mayor parte de los observados presentan. Fundada esta división en el metal ó metales que son ó pueden ser causa de explotación, no tiene aquel inconveniente y podremos dividirlos en grupos.

Criaderos de plata aurífera. — Son los más importantes de la región. Se hallan en Tovar, Cueuyame, Tijera, Sierrita, Limón, Copalquín, y Guanaceví. Birimóa, El Durazno y otros muchos minerales que no se visitaron.

Estos distritos localizados exclusivamente en la formación eruptiva terciaria, están surcados por innumerables filones de roca verde (andesita) frecuentemente alterada en clorita, cuyas grietas de contracción han sido ocupadas por cuarzo de concreción y el conjunto mineralizado por acciones solfatarianas é hidrotermales, encontrándose en algunas, pequeñas cantidades de sales calcáreas y baríticas, debido á la circulación posterior de las aguas meteóricas. Los minerales comunes son pirita y chalcopirita generalmente ricas en plata y oro, galena y tetraedrita argentíferas, blenda, argentita, estefanita, proustita, miargirita, plata y oro nativos y cinabrio raro.

TOVAR.—La principal veta de este Mineral corre de S. á N., tiene una inclinación de 70° al E. y una potencia variable entre $0^{m}20$ á 2 metros en las partes observadas. En la región del S. existen extensos labrados antiguos, conocidos con el nombre de la mina Asturiana, actualmente derrumbados; hacia el N. á cielo abierto, se encuentran trabajos de gambucco, algunos de considerable extensión; más al N. están labradas las minas Esperanza, Refugio y otras, de las que se han extraído buenos frutos, especialmente de Esperanza. De esta mina he visto ensayes que acusan 250 onzas plata y 10 onzas oro por tonelada. En la actualidad todos los trabajos están paralizados y las labores inundadas ó aterradas.

CUCUYAME.—Las minas de mayor importancia por la extensión de sus labrados y cantidad de frutos producidos, son San Ramón y S. Antonio. Hay además gran número de laboríos antiguos; generalmente superficiales, que se hallan hundidos.

En San Ramón se explota un sistema de vetas, muy próximas unas de otras y que pueden considerarse como hilos ó zonas de mineralización de una misma, que arma en un macizo andesítico. Las vetas presentan con frecuencia pequeños *clavos* de metal rico (de 100 á 300 onzas plata y 1 á 2 onzas oro por carga) y producen metal común de 8 á 10 onzas plata por carga con 8 á 12 milésimos de oro. Los metales comunes se benefician por patio en la hacienda de la Cabadeña, que consta de 2 tahonas movidas por agua, que muelen de 7 á 8 cargas diarias; patio para dos tortas de á 50 cargas, que se repasan con 5 bueyes y rinden cada 20 días; su correspondiente lavadero de cajón y retorta para quemar la amalgama. Los jales se concentran en planillas, produciendo los de cada torta 4 cargas de polvillos con ley de 60 onzas plata por carga y con buen contenido de oro.

Los metales de San Antonio se benefician en la hacienda de este nombre, que consta de dos tahonas movidas por agua, patio, un reverbero y un tren de lixiviación de capacidad de 50 cargas diarias.

LA TIJERA.—Los gambucinos explotan las vetas Sacramento y S. Miguel, cuyos frutos benefician por patio en pequeñas tortas de 4 cargas cada una.

LA SIERRITA.— En la actualidad sólo se explota por gambucinos la guarda del alto de una veta. Dicha guarda está compuesta de tierra roja y fragmentos de cuarzo ferruginoso (cascajo) con una ley máxima de 8 onzas plata y 0,50 onzas oro por carga. Los metales se benefician en tahona, donde sólo aprovechan los metales que se hallan al estado nativo.

EL LIMÓN.— En este mineral abundan los criaderos metalíferos. Actualmente los únicos trabajos de explotación son los de El Socorro, aún muy superficiales y en pequeña escala. Los metales, mezcla de cuarzo, roca verde alterada en clorita y calcita en pequeña cantidad, con abundantes inclusiones de pirita sumamente fina y argentita diseminada, se benefician en tahonas, produciendo por este procedimiento tan imperfecto 0.50 onzas oro por carga. El ensaye de una muestra de este metal acusó 25.50 onzas plata y 1.46 onzas oro por carga.

Copalquín.— Aquí lo mismo que en El Limón, abundan los criaderos de plata aurífera. Las minas El Refugio, S. Manuel y la Soledad han producido grandes cantidades de plata y oro. Los enormes comidos que allí existen son la mejor prueba de ello. Actualmente sólo se explota la Soledad que produce abundantes metales de 8 onzas plata por carga con 11 por ciento de su valor en oro y tiene á la vista frutos ricos cuyas muestras ensayaron 200 onzas plata y 4 onzas oro por carga. Los metales de esta mina se benefician en una hacienda de los Sres. de la Rocha, dueños de las tres minas citadas, que consta de una batería de 10 mazos; 4 panes, sistema intermitente de 5 cargas de capacidad cada uno que rinden cada 8 horas; 2 lavaderos settlers y su correspondiente generador y motor de vapor. Próximamente sustituirán este por una rueda hidráulica, sistema Pelton, para la cual se aprovechará una caída de agua de 80 á 100 metros.

Guanaceví.—La inspección de las obras de explotación practicadas en varias vetas de este Mineral, es la mejor prueba de su bondad; en ellas se observan grandes comidos, testigos de las riquezas que de allí se han extraído. El campo de fracturas es extenso, los filones potentes, bien definidos y en general mineralizados. En la actualidad sólo se explotan en grande escala las minas Barradón y San Luis con buen éxito; en Rosario y Capuzaya se ejecutan importantes obras de preparación é investigación; en Sirena se pierde el tiempo á pesar de su Director que ha proyectado y propuesto una serie de reformas indispensables; y existen además porción de trabajos y gambuccos de más ó menos importancia. Los metales de S. Luis se benefician por panes en la hacienda de la Compañía que explota esta mina. Los de Sirena se benefician por patio y toneles en la hacienda de esta negociación y existen porcion de pequeñas haciendas de patio que benefician metales de diversa procedencia.

En este lugar creo conveniente hacer mención del Mineral San Andrés de la Sierra, cuyos criaderos en explotación he excluído del número de los que producen plata aurífera, porque la cantidad de oro contenida en sus platas no es apartable industrialmente; pero la importancia que ha alcanzado como productor de plata, la circunstancia de contener algo de oro y la probabilidad de que cuando se exploten los criaderos de la región N.W. que arman en rocas eruptivas, llegue á ser apartable, justifican que se le mencione.

Este Mineral se halla en una de las profundas barrancas que forman las vertientes occidentales de la Sierra Madre en el N. del Estado de Durango. La roca dominante hacia el N.W. desde que se pasa el nivel de 1600 metros sobre el mar, es rhyolita de color gris y rojo generalmente alterada. Bajo el nivel mencionado la formación está constituída por pizarras negras compactas, alteradas en algunas partes, de estratos más ó menos inclinados y en diverso sentido. La región está surcada por gran número de filones de roca verde, que en la superficie han envuelto blocks y fragmentos de rhyolita, apareciendo el conjunto como un conglomerado brechiforme. Las faldas de la montaña se hallan cubiertas por una capa de tierra roja, producto de la descompo-

sición de las rhyolitas, á través de la cual se observan crestones de roca verde alterada é impregnada de peróxidos de fierro. Los filones que se explotan arman en la formación estratificada; presentan zonas de cuarzo ya puro, ya mezclado con la roca verde, esta en partes alterada en clorita, de potencia variable, el conjunto con inclusiones más ó ménos abundantes de minerales argentíferos. La formación eruptiva superior, en la región de explotación, ha sido destruída y transportada por las aguas, de manera que no se observa la diferente influencia que haya ejercido en la mineralización. La dirección dominante de los filones es de N.W. á S.E.; su inclinación en unos al N.E. y en otros al S.W., en general de poca amplitud, por lo que se lès da en la localidad el nombre de mantos; su potencia es muy variable. La potencia de las zonas mineralizadas también es muy variable; en partes es igual á la potencia total de la veta, en otras se reduce á algunos milímetros y en otras aunque raras es nula. Las inclusiones minerales consisten en pirita, galena, blenda y mispickel argentíferos, argentita y rosicler; también suele presentarse plata nativa. Las partes ricas de los criaderos se presentan en columnas transversales oblicuas, inclinadas hacia la región del N., á una distancia variable de 1 á 50 metros una de otra. Los filones están atravesados por multitud de fallas, de las cuales algunas están mineralizadas. Las fallas producen dislocaciones de amplitud variable, en algunos casos hasta de 50 metros.

Actualmente se explotan las minas Sta. Rita, Colón, Esperanza y Unión. La ley media de los metales es 18 onzas por carga. Los metales, mediante reverberación que se practica á la intemperie en recintos circulares y elípticos de 500 á 3000 cargas de capacidad, se benefician por fundición en un Water-jacket de 30 toneladas diarias de capacidad, empleando carbón de pino. El plomo argentífero se trata en vasos alemanes.

En la actualidad se están introduciendo importantes mejoras en esta negociación: instalación de un cable automotor para el transporte de combustibles é instalación de compresores para substituir la perforación á mano por la mecánica. Esta negociación que el año pasado produjo $900.000 con un gasto de $500.000, debe su existencia y buen éxito á la iniciativa, actividad, energía y acierto de su fundador y actual Director Sr. Antonio H. Paredes.

Criaderos de oro.

El oro.—No hay trabajos permanentes. Después de las lluvias suelen los gambucinos ocuparse de lavar los depósitos más recientes de los arroyos y los acarreos procedentes de las colinas donde más abundan los peróxidos de fierro hidratados (tierras pardas).

Magistral.—Se explota por oro la mina el "Lustre." La veta es muy potente y en general bien mineralizada; en consecuencia los metales son abundantes. Los principales minerales que contienen son chalcopirita, pirita y mispickel, con una ley media de $ 15, valor en plata del oro contenido por tonelada.

Criaderos de mercurio.

Existen en el Oro, Mesteñas y en un punto entre Cucuyame y Canelas. Ninguno se explota actualmente. Las obras antiguas de explotación y gambuceo están hundidas ó aterradas.

GEOGRAFÍA.

Las cartas que sirvieron de guía (Carta Minera de la República por el Profesor del Castillo y Carta de Durango por García Cubas), en las expediciones practicadas, adolecen de varios errores, de los cuales los siguientes he observado y corregido:

1º El Mineral de Cucuyame se halla á 15 ó 20 kilómetros al S. S. E. de Canelas y no á 35 kilómetros al mismo rumbo como aparece en ambas Cartas.

2º En la travesía de Copalquín á Guanaceví, caminando próximamente de W. á E., se halla Atascaderos, del Estado de Chihuahua, á una tercera parte de la distancia entre dichos puntos, apareciendo en las Cartas á 28 kilómetros al N. W. del primero. Para corregir este error, teniendo fijo el mapa de Durango, se hará correr el de Chihuahua 26′ de longitud hacia el E. y 12′ de latitud hacia el S. Así quedarán corregidos los muchos errores que se observan en las zonas limítrofes de estos Estados, entre los cuales son de mencionarse: el Pico de Muinora corresponde á Chihuahua y aparece en Durango; Río Florido aparece al N. del Oro y se halla al N. E., etc.

3º El Mineral del Carmen no se halla á 105 kilómetros al N. E. del Oro como está marcado en las Cartas, sino al N. de este Mineral: distancia probable 30 á 40 kilómetros.

A continuación constan las alturas observadas al aneroide, de los diversos Minerales y otros puntos recorridos, datos igualmente anotados en la Carta Geológica que acompaña este informe:

Guanaceví	2,060	metros.
El Oro	1,765	,,
Magistral	1,800	,,
Indé	1,890	,,
Zarca	1,835	,,
Peñoles	1,945	,,
El Gallo	1,692	,,
Nazas	1,315	,,
Pedriceña	1,360	,,
Durango	1,892	,,
Cacaria	1,945	,,
Pinos	2,015	,,

Magdalena	2,020	metros.
Santiago Papasquiaro	1,760	„
Presidios	1,800	„
Továr	1,975	„
San Andrés	1,014	„
San Juan Camarones	750	„
Cucuyame	1,750	„
Canelas	1,400	„
Topia	1,788	„
Tijera	970	„
Siánori	897	„
Sierrita	892	„
Limón	580	„
Copalquín	885	„

Criaderos auríferos de la Sierra de Baos.

La Sierra de Baos se halla próximamente á 8 kilómetros del pueblo de Río Florido, en la región derecha del río de este nombre.

El terreno comprendido entre el río y la sierra está compuesto de calizas impuras, probablemente cretáceas, cubiertas por una ligera capa de tierra vegetal; los contrafuertes occidentales de la sierra están formados de dioritas andesíticas y las principales prominencias de caliza sacaroide.

En las vertientes N. de uno de los contrafuertes occidentales de la sierra, se halla un filón de roca verde con inclusiones de piritas de fierro auríferas, cuya descomposición por influencia de los agentes meteóricos ha dado lugar á la formación de óxidos de fierro que impregnan la roca del filón y la en que éste arma. Donde á favor de las grietas de contracción la acción de dichos agentes ha sido más enérgica, la roca se presenta descompuesta completamente y sus minerales constituyentes, que no han sido transportados por las aguas en solución ó mecánicamente, se encuentran en el yacimiento con los restos de aquella. Así es como los elementos del filón se hallan en forma de impregnaciones, sedimentos, acarreos ó concreciones, en toda la extensión que recorren las aguas pluviales que lo bañan.

Los trabajos practicados que deben considerarse de investigación, consisten en dos pozos verticales distantes 50 metros uno de otro, y en dos pequeñas excavaciones; todas estas obras sobre el filón. El primer pozo muy antiguo de 6 metros de profundidad tiene al nivel de su piso un cañón de 20 metros de longitud; en las paredes del pozo se observa la alteración progresiva de las rocas y sus inclusiones, hacia la superficie y en algunas partes del cañón ambas se presentan sin alteración sensible.

El segundo pozo, muy reciente, nada ofrece digno de atención. Las excavaciones también son muy recientes. En una de ellas sólo hay notable una capa de roca completamente descompuesta, de 3 á 5 centímetros de espesor,

en la que se han encontrado algunas partículas de oro nativo, los mejores ejemplares hallados en los criaderos. En la región comprendida entre el filón y el arroyo que pasa al pie del contrafuerte en que se halla aquel, así como en dicho arroyo, se han hecho algunas excavaciones de poca extensión, acusando el lavado de sus productos concentrados la existencia del oro como era de esperarse.

En resumen: los criaderos de que se trata industrialmente considerados, no son de importancia. Técnicamente representan débiles fenómenos de mineralización solfatariana, terciaria ó post-terciaria, cuyo enérgico desarrollo se encuentra en la Sierra Madre occidental.

SONORA.—DISTRITO MAGDALENA.

MINERAL "EL 94."—Este pequeño Mineral se halla á 30 kilómetros al E.S.E. de la villa de Magdalena, en los contrafuertes S. de la Sierra de la Rastrita.

La región comprendida entre Magdalena y la sierra citada, está constituída por valles de tierra vegetal y colinas de acarreo y conglomerados, observándose parcialmente algunos basaltos.

Los contrafuertes S. de la sierra donde se halla el Mineral, están constituídos por rocas eruptivas descompuestas, generalmente de color rojo. Hacia el N. en las vertientes inmediatas de la sierra, aparecen granulitas y dioritas y en los flancos W. de dichas vertientes se encuentran andesitas, retinitas y perlitas.

El campo de fracturas está constituído por un pequeño sistema de filones de dirección general N.W.-S.E. y por algunos filones transversales, todos de pequeña inclinación y potencia.

Los filones están constituídos por roca verde alterada en clorita y cuarzo, en zonas de pequeño espesor y más comunmente en fragmentos empastados por arcilla roja, procedente ésta de la descomposición de las rocas que constituyen la formación general.

Los metales consisten en la mezcla de las matrices citadas, impregnada de peróxidos de fierro y pequeñas cantidades de carbonatos de cobre, ambos minerales auríferos. En partes se observa oro nativo á la simple vista.

Los labrados se reducen á dos pozos y algunos tajos poco profundos de investigación, de los cuales se han extraído pequeñas cantidades de metal de ley costeable.

SERRANÍA DEL TOMPEATE.—Se halla á 25 kilómetros al N.W. de la Villa de Magdalena y constituye la prolongación S. de la sierra de Cicuta.

Está formada de gneiss y pizarras cristalinas micáceas.

La región E. de la serranía está surcada por zonas de fractura cuarcíferas, que se observan en considerable longitud, de una potencia variable en general mayor que 1 metro, distinguiéndose por la avanzada descomposición de las rocas que la constituyen, lo cual les comunica una coloración más obscu-

ra que la de la formación general, y caracterizadas por contener oro, generalmente en diseminaciones invisibles y parcialmente en pequeñas partículas observadas á la simple vista. Solamente hay algunos reducidos trabajos de investigación, de los cuales se ha extraído metal de ley de 20 á 30 gramos por tonelada.

De Magdalena á Arizpe.—Los valles de Magdalena y Arizpe, distantes 100 kilómetros próximamente uno de otro, de W. á E., están separados por la sierra de la Rastrita, el valle de erosión de Cucurpe y las serranías que se interponen entre este valle y el de Arizpe.

De Magdalena al pie de la sierra de la Rastrita el terreno está formado de planicies de tierra vegetal y de acarreos y conglomerados auríferos.

La sierra de la Rastrita está constituída por granitos comunes y gnéissicos granulitas y pegmatitas. En las vertientes orientales se observan algunos bancos de pizarras cristalinas micáceas y en los talwegs que desembocan en el valle de Cucurpe se encuentran parcialmente aluviones auríferos.

Las formaciones auríferas de ambas vertientes de la sierra son explotadas por gambucinos, quienes por escasez de agua emplean máquinas de "lavar en seco", consiguiendo con grandes sacrificios y privaciones una utilidad de $0.25 á $0.50 diarios cada uno.

El valle de erosión de Cucurpe, antiguo lecho del río de este nombre, está cubierto de tierra vegetal.

La serranía que separa el valle de Cucurpe del de Arizpe, está constituída por calizas cretáceas y rocas eruptivas terciarias, predominando estas hacia el E. Finalmente, la zona comprendida entre la serranía citada y el río de Arizpe, está formada de acarreos y conglomerados.

Distrito de Arizpe. — De Arizpe á Bacoachi., S. á N. — La distancia de Arizpe á Bacoachi es próximamente de 50 kilómetros.

El camino en su mayor parte sigue el lecho divagante del río, en el cual se encuentran extensos valles de tierra vegetal; en ambas márgenas se observan acarreos y conglomerados. Las prominencias, distantes del río, están formadas de rocas eruptivas terciarias, entre las cuales dominan las rhyolitas y andesitas.

Sierra de Buenos Aires.—Se halla próximamente á 15 kilómetros al E. del pueblo de Bacoachi.

Está formada de granitos y granulitas comunes, surcada por algunos macizos de tobas rhyolíticas y diabasas y filones de cuarzo pobremente mineralizados con minerales de cobre, plata y oro.

En las vertientes E. y N. que miran respectivamente á los valles de Cuchuta y Bacoachi, se encuentran acarreos y conglomerados auríferos, que como los de la sierra de la Rastrita son explotados por gambucinos.

En los contrafuertes graníticos de la región N. se encuentran calizas dislocadas y metamorfizadas por dioritas cuarcíferas y en la misma región se hallan filones de cuarzo conteniendo cobre, plata y oro. Hacia el S.W. aparecen algunos cerros de pequeña elevación, formados de rhyolitas, en uno de los cua-

les las grietas de contracción han sido mineralizadas con minerales de cobre y plata.

SINALOA.

La región N. del Estado de Sinaloa geológicamente considerada puede dividirse en dos partes: La zona litoral de latitud variable de 60 á 100 kilómetros, constituída por extensos valles, planicies y colinas de aluvión, en la que se encuentran multitud de prominencias de rocas eruptivas; y la zona montañosa, constituída por los estribos y contrafuertes de la Sierra Madre, de base de granito y cima de rhyolitas, andesitas, porfiritas, etc., frecuentemente surcada por macizos de rocas verdes. En ambas zonas, cuya transición se caracteriza en algunos lugares por bancos de areniscas, se encuentran formaciones estratificadas de calizas y pizarras, dislocadas por las rocas eruptivas.

CERRO COLORADO DE IMALA. — Se halla próximamente á 30 kilómetros al E. de Culiacán, capital del Estado.

Está constituído por rocas eruptivas terciarias en estado avanzado de descomposición.

En las vertientes E. del macizo principal se encuentran algunas zonas de fractura cuarcíferas, mineralizadas con minerales de fierro, cobre y plata auríferos.

SAN JOSÉ DEL ORO.—Se halla en los últimos contrafuertes occidentales de la Sierra Madre, en la región E.N.E. del Estado.

En esta región se observan conglomerados y areniscas y granitos, rhyolitas y andesitas y tobas rhyolíticas. La mayor parte de las rocas eruptivas se encuentran muy descompuestas.

En la zona W. donde la descomposición de las rocas está más avanzada, se hallan algunos criaderos auríferos mal definidos, que se han explotado con mal éxito. En la zona E. se explotan en pequeña escala vetas argentíferas.

SAN JOSÉ DE GRACIA.—Se halla en las vertientes occidentales de la Sierra Madre, en la región N.E. del Estado á 200 kilometros de Culiacán.

La formación geológica de esta región es terciaria eruptiva en su mayor parte, siendo sus representantes petrográficos dominantes, porfiritas, andesitas y diabasas. Hacia el S.E. se encuentran algunas pizarras, que parecen indicar el límite de la zona minera.

El campo de fracturas conocido comienza á 1 kilómetro al N.E. del Mineral y se extiende en esta dirección 5.5 kilómetros hasta la cima de la cordillera, con una anchura variable de 1 á 2 kilómetros.

Las rocas hacia el N.E. están poco alteradas, pudiendo observarse que las porfiritas y andesitas presentan abundantes inclusiones minerales en la proximidad de los criaderos metalíferos; hacia el S.W. aumenta su alteración hasta completa descomposición, principalmente en la proximidad y cuerpo de los criaderos.

El campo de fracturas está constituído por dos sistemas de filones de direc-

CORTE GEOLÓGICO DE SAN ANDRES POR TIJERA Y SIÀNORI A COPALQUIN, ESTADO DE DURANGO.

ROCAS ERUPTIVAS TERCIARIAS.
PIZARRAS.
ROCAS GRANITICAS.

ESCALA.
HOR=1: 400,000.
VERT=1: 20,000.

S
San Andrés. 1,014 Met.
8 K.
Cumbre. 2,190 Met.
8 K.
Potrero. 1,460 Met.
9 K
San Juan. 750 Met.
5 K
Grandeza. 870 Met.
10 K.
Trojes. 2,328 Met.
10 K.
Cuenyame. 1,750 Met.
30 K.
Canelas. 1,400 Met.
20 K.
Topia. 1,756 Met.
Tramway. 2,225 Met.
8 K.
Fraile. 1,500 Met.
5 K
Hornillos. 2,120 Met.
5 K
Corrales. 2,010 Met.
15 K.
Rio Tahuahueto. 670 Met.
5 K
Tijera. 970 Met.
10 K
Rio Tahuahueto. 615 Met.
8 K.
Cumbre. 1,720 Met.
7 K.
Siànori. 897 Met.
15 K.
Junta de Quebradas. 630 Met.
10 K.
Arroyo. 880 Met.
5 K
Aguaje. 1,450 Met.
Cumbre.
15 K.
Sierrita. 892 Met.
5 K
Ranchito. 1,170 Met.
10 K.
Becerro. 885 Met.
20 K.
Cuesta Blanca. 550 Met.
10 K.
Palmito. 750 Met.
15 K.
Juntas. 380 M
10 K.
Llano Grande. 280
5 K
Zapotillo. 450 Met.
10 K.
Gato. 1,345 Met.
15 K.
Casas Viejas. 430 Met.
5 K
Chihuahuilla. 480 Met.
10 K.
Limón. 580 Met.
5 K
Copalquin. 885 Met.
N

NIVEL DEL MAR.

CORTE GEOLÓGICO DE GUANACEVÌ A RANCHO BLANCO, ESTADO DE DURANGO.

ROCAS ERUPTIVAS TERCIARIAS.
CUATERNARIO.
CRETACEO.

ESCALA.
HOR=1: 400,000.
VERT=1: 20,000.

Guanaceví. 2,080 Met.
30 K.
Rio del Zape. 1,880 Met.
25 K.
Puerto. 2,275 Met.
Arroyo del Pueblo. 2,070 Met.
23 K.
Arroyo del Agua. 1,895 Met.
25 K.
Rio del Oro. 1,620 Met.
10 K.
El Oro. 1,785 Met.
7 K.
Cumbre. 2,000 Met.
23 K.
Boquilla del Muerto. 1,885 Met.
30 K.
Laguna. 1,910 Met.
20 K.
Salgado. 1,750 Met.
10 K.
Rancho Blanco. 1,840 Met.

NIVEL DEL MAR.

ción N.W.-S.E. y N.E.-S.W. en general de pequeña inclinación y otras de diversa dirección.

Los filones están constituídos por una mezcla de arcilla roja, producto de descomposición de las rocas que constituyen la formación general y cuarzo generalmente en pequeños fragmentos empastados por la arcilla; el todo mineralizado con minerales auríferos, cuya descomposición y solución ha dado lugar á la precipitación del oro en partículas invisibles y parcialmente en fragmentos observables á la simple vista.

Se han explotado con buen éxito, como lo prueba la extensión de sus labrados, los filones Todos Santos, Carpintería, Ceceña y Jesús María, este actualmente, y en menor escala Sto. Niño, Sta. Eduviges, Mina Grande, Sto. Tomás y otras.

Bacubirito. — Este pueblo situado en la margen izquierda del río de Sinaloa está circundado por colinas de acarreos y conglomerados auríferos, cuya destrucción, transporte y concentración por las aguas pluviales da lugar anualmente á la explotación por gambucinos de las capas superficiales del lecho de los arroyos que surcan la región, produciendo considerables cantidades de oro. También se han explotado *in situ* algunas zonas de acarreos, con buen éxito.

ITINERARIOS GEOLOGICOS.

EZEQUIEL ORDÓÑEZ.

Teniendo por objeto los itinerarios dar una idea á grandes rasgos del aspecto físico y geológico de las localidades visitadas, no consignamos aquí más que aquellos que abarcan grandes extensiones de terreno, procurando en cada uno de ellos, dar primero ideas generales sobre la topografía de la región para entrar después á la reseña meramente geológica. Para aquellos itinerarios en los cuales se haya tenido oportunidad de visitar algunos distritos mineros, se tiene una tercera parte que se ocupa de dar una descripción muy sucinta de la forma, extensión y naturaleza de los criaderos minerales.

Como se verá, la mayor parte de estos itinerarios se han hecho en regiones montañosas formadas de rocas eruptivas y con especialidad regiones de la Sierra Madre occidental de México, en el Territorio de Tepic y los Estados de Jalisco y de Colima. Los otros se ocupan de regiones extensas de la Mesa Central.

El orden en que están puestos los itinerarios es el siguiente:

Nochistlán.—San Blas.
Guadalajara.—San Blas.
Ixtlán.—Bahía de Banderas.
Guadalajara.—Autlán.
Guadalajara.—Manzanillo.
Zacatecas.—Guadalajara.
Saltillo.—Zacatecas.
Querétaro.—Toluca.
Tula.—Jacala y
Jiménez.—Allende.

Ponemos al fin una lista de más de 200 alturas tomadas al seguir estos itinerarios, con aneroides cuidadosamente comparados.

NOCHISTLÁN.—SAN BLAS.

El estudio de la forma, caracteres de relieve y condiciones geológicas de la Sierra Madre occidental mexicana, tiene que ser del mayor interés para la geología general de México, tanto por ser dicha Sierra la que recorre en toda su

longitud el territorio de la República, cuanto que en sus relaciones genéticas debemos buscar la determinante del relieve actual de México.

Al emprender itinerarios á través de esta poderosa Sierra, se ha procurado elegirlos de manera que pudieran contribuir al estudio general de la región central de México, y han sido emprendidos por lo tanto en la parte media del país, es decir, entre los Estados de Zacatecas, Territorio de Tepic, Jalisco y Colima. Varios itinerarios geológicos de esta región consignamos aquí, los cuales manifiestan algunas diferencias en el relieve y poco diversos caracteres geológicos, los que contribuirán más tarde al estudio general de esta importante cordillera de los Andes mexicanos.

No es lo que llamamos Sierra Madre un solo espinazo ó macizo montañoso prolongado á lo largo del territorio mexicano definiendo una sola cadena de montañas; es un sistema de serranías agrupadas, generalmente de igual orientación, sucesivamente escalonadas, separadas por grandes ó angostas depresiones y surcadas por corrientes de agua de más ó menos importancia.

Cuando se viaja de la Mesa Central hacia la Sierra Madre, se observa generalmente una depresión en el valle ó cuenca más inmediata al primer elemento de dicha Sierra, y las depresiones van siendo más y más bajas hacia las costas, á la vez que las alturas principales de las serranías apenas alcanzan una altura semejante á la de los valles de la Mesa Central; no son, pues, las serranías componentes más que escalones sucesivos para descender á las costas del Océano Pacífico.

El primer corte de la Sierra Madre de que nos vamos á ocupar, es aquel que partiendo de la población de Nochistlán sobre la Mesa Central, se siguió hacia el O. hasta alcanzar las playas del Pacífico en el puerto de San Blas, según una dirección casi E. O. y aproximadamente sobre el paralelo 21° 30′ de latitud N.

Sábese que generalmente la Sierra Madre en el N. y su porción central tiene una dirección media de N.O. á S.E., pero siguiendo este itinerario la dirección se aproxima á la de N. á S.

Considerada la Sierra desde los lomeríos que se extienden al E. del pueblo de Nochistlán, cabecera del Distrito del mismo nombre del Estado de Zacatecas, siguiendo la dirección indicada E. O., puede decirse que la parte más abrupta de dicha Sierra Madre llega hasta las márgenes del Río de Santiago, donde pasada la depresión del río se eleva de nuevo el terreno para descender después á las costas del Pacífico. La anchura de la Sierra puede estimarse en cerca de 150 kilómetros. Poderosos contrafuertes al O. de Nochistlán inician el primer levantamiento, definido por una larga cadena de montañas, que se designa con el nombre de Sierra de Nochistlán y que forma la barrera oriental de una angosta y profunda depresión en la que corre el río de Juchipila.

A partir de aquí se suceden con notable regularidad una serie de angostas y encajonadas barrancas más ó menos escarpadas y profundas, limitadas al

S. por el gran Río de Santiago [1] del que son afluentes los ríos que corren en dichas barrancas, siendo este río el que interrumpe la continuación de este relieve al S., pues corta la Sierra en la dirección general del S. E. hacia el N. O. Si se observa con detenimiento el perfil que adjuntamos, se verá que las pendientes occidentales de cada cañón, presentan en general una pendiente más fuerte que la de las laderas orientales, obedeciendo á una condición general que se verifica en una gran parte de la Sierra Madre y que imita claramente los dientes de una sierra.

El borde occidental del llamado cañón de Juchipila, lo forma la gruesa Sierra de Morones, cuya cima en nuestro perfil se eleva á 2,360 metros sobre el mar, ocupada por una extensa mesa que se abate con pendiente escarpada al O. para formar el cauce de un río casi paralelo al anterior, en un cañón angosto que recibe tributarios de menor importancia, como el pequeño río del Mezquital del Oro que corre próximo á la población del mismo nombre.

Pasados angostos arroyos tributarios del Río del Mezquital, se asciende á la mesa de Estanzuela por pendiente suave para descender bruscamente á la barranca de Cuistla, definida por grandes acantilados y pequeños saltos. El borde occidental de esta barranca lo forma el límite de la extensa Mesa de Milpillas, que se eleva gradualmente hacia el O. y se corta bruscamente en el borde del Gran Cañón de Bolaños, notable por lo escararpado de sus laderas y su grande longitud, siendo el río que corre en su fondo el más grande tributario del Río Grande en esta región. Es de notar que la depresión de este río es la mayor de la Sierra y se halla al pie de la máxima altura que es la cresta de la Sierra de la Yesca.

Entre el Río de Bolaños y la cresta de la Sierra de la Yesca, hay un desnivel de 1,600 metros aproximadamente, teniendo ésta una altura de 2,350 metros sobre el nivel del mar.

La cresta principal sirve de límite oriental á una extensa depresión, en la que corren varios arroyos, entre otros el de Amatlán y el del Cora; este último en una ancha meseta limitada por las faldas de débil pendiente de la Sierra de Huajimic escarpada en su lado occidental para caer á un hermoso cañón que lleva el mismo nombre, ocupado hácia el N. por pequeñas rancherías y campamentos de los indios huicholes, y más al N. por los indios coras. De nuevo se asciende por el lado occidental sobre las faldas de la Sierra de Álica, que se abate bruscamente al O. para formar el cauce del Río Grande, que bordea las mesetas y montañas volcánicas de la región de Tepic. La Sierra Madre, pues, se limita por dicho río en su región más escarpada, aunque de Tepic al O. á los 800 metros sobre el mar se baja bruscamente para entrar á Navarrete ya en las costas del Pacífico.

1. El Río de Santiago recibe varios nombres en distintos lugares de su curso, llamado sucesivamente Río de Tololotlán cerca de Guadalajara desde su salida de la laguna de Chapala, Río Grande después, y por último Río de Santiago á su paso por la población de Ixcuintla hasta su desembocadura en el mar.

Bastante uniforme es en su constitución geológica la Sierra Madre en esta región, considerada de una manera general, uniformidad que parece residir esencialmente en las análogas condiciones genéticas y sucesivos acontecimientos geológicos que han debido tener efecto durante el medio de los tiempos terciarios. En efecto; las rocas eruptivas dominan, comprendiendo casi todas las serranías, apoyadas á veces en los flancos occidentales sobre calizas mezozóicas á las que han debido en parte dislocar y metamorfizar durante la aparición de dichas rocas eruptivas, sucediéndose las manifestaciones internas hasta erupciones volcánicas casi recientes, atestiguadas por lavas basálticas desparramadas, por decirlo así, en varios lugares.

Las fuertes depresiones comparadas con las crestas de las serranías permiten seguir con facilidad la sobreposición de las rocas y poder por este medio precisar su relativa edad, como en efecto se obtiene para los principales tipos de rocas, como son para las andesitas y traquitas con frecuencia asociadas y casi inseparables; para las rhyolitas que desempeñan un papel muy importante y para las rocas básicas del tipo de los basaltos.

Las andesitas y traquitas ocupan en general el fondo de las barrancas, cubiertas inmediatamente ó por intermedio de brechas, por las rhyolitas y sus tobas, aquellas á veces á manera de corrientes. Las lavas, por último, se extienden en los flancos de las serranías ó con más frecuencia en las mesetas y laderas orientales. En la vecindad de las calizas y en su contacto vemos las dioritas, que consideramos como las rocas que inauguran la serie terciaria de rocas eruptivas, como podía ser en parte demostrado por su constante asociación á las calizas á las que frecuentemente dislocan.

Esta uniformidad topográfica á la vez que geológica sugiere algunas ideas acerca del fenómeno orogénico, del que nos ocuparemos sucintamente cuando hayamos expuesto nuestras notas relativas á los demás perfiles hechos á través de otras regiones de la Sierra Madre que importa conocer, pues que autorizan aún más nuestras hipótesis sobre el origen de tan vasta región montañosa.

DIORITAS. — Las dioritas se extienden en las faldas occidentales de la sierra de Alica, tocándose por el O. con las calizas cretáceas y por el E. en la cima de la Sierra con las rhyolitas. Dichas dioritas son blancas manchadas de negro por gran cantidad de hornblenda en general un poco alterada; la roca contiene además de abundante plagioclasa, secciones de cuarzo y mica, biotita, por lo que la hemos designado como una diorita cuarcífera. A veces la estructura granítica de esta roca degenera hasta una estructura ofítica y pasa insensiblemente á una roca verde de grano fino con el aspecto de una porfirita andesítica.

ANDESITAS Y TRAQUITAS.—En la serranía de Nochistlán se encuentran como rocas dominantes andesitas verdes de piroxena, dacitas de piroxena y tobas rhyolíticas en las que arman como en el Realito, cerca de la población de Jalpa, algunos criaderos minerales argentíferos.

En el Mezquital del Oro, del otro lado y al O. del cañón de Juchipila se en-

cuentran sobre las márgenes del río del Mezquital, traquitas en las que arman algunos criaderos auríferos.

Estas traquitas son en general de color gris violado más ó menos alteradas por acciones atmosféricas y en parte por los criaderos metalíferos, manifestándose esta acción en general por una silisificación de la roca. Los cristales feldespáticos están fuertemente alterados y la roca contiene hornblenda parda reabsorbida. La roca es á veces casi holocristalina pues, las microlitas de sanidino se tocan mutuamente. En algunos lugares es notablemente porfiroide por las grandes dimensiones de los cristales feldespáticos, así como también la presencia de microlitas de andesina á la vez que de sanidino hacen de la roca una traquiandesita de hornblenda. Estas rocas se descubren en una pequeña extensión, pues son cubiertas en su mayor parte por rocas rhyolíticas que á manera de corrientes se extienden en la parte superior de las montañas.

En la bajada de la Sierra de la Parida hacia el fondo del cañón de Bolaños, se encuentra, en una depresión y abarcando pequeña extensión, una andesita de hornblenda rojiza semejante á la que se observa en el cauce del Río, ocultada en el lado oriental por tobas traquíticas y al O. por las rhyolitas que se extienden hasta cerca de la población de la Yesca. Estas andesitas se ocultan también por una gruesa capa de brechas andesíticas.

Cerca del pueblo de la Yesca, antes de llegar á la región minera, se encuentra en una gran extensión una roca muy porfiroide de color rojo ó rosado conteniendo abundantes granos gruesos de cuarzo y laminillas de biotita; roca de magma bastante vítreo y con cristales pequeños de hiperstena. El magma se halla atravesado de venillas de ópalo y trydimita.

Aunque muy vítrea esta andesita de hiperstena, no tiene el aspecto basáltico de otras andesitas de igual composición.

En el amplio y largo cañón de Huajimic en contacto con las rhyolitas y en el fondo de dicho cañón, se presentan unas traquitas de color rojo bastante compactas, vítreas y con muy finas microlitas y cristales grandes de plagioclasa. Alcanzan estas rocas por el N. una grande extensión en el fondo del cañón, donde las hemos visto hasta cerca del pueblo llamado Guadalupe Ocotán.

Rhyolitas—Las rocas dominantes de toda la Sierra Madre en la región de que nos ocupamos, son las rhyolitas que se presentan frecuentemente en la parte superior de las montañas, dando lugar á una configuración que es bien característica. A las rhyolitas macizas acompañan constantemente tobas, de aspecto traquítico, formadas durante la aparición de dichas rhyolitas en sus erupciones. Las rhyolitas vienen unas veces como en grandes y poderosas corrientes definiendo gruesos bancos casi horizontales que alternan con bancos gruesos de brechas rhyolíticas y tobas, ya compactas, ya desmoronadizas, de color blanco rosado ó grises. Otras veces las rhyolitas vienen en macizos de formas cónicas y sin disposición regular aparente pero siempre en corrientes que cubren á las rocas inferiores, como en el Mezquital, donde se ven sobreponerse á las

traquitas metalíferas y en donde sobre las corrientes en capas vienen apófisis aislados en la cima de los cerros y cuya forma les ha valido en la localidad el nombre de "Los Cerritos."

Ya sea por el carácter de corrientes ó lechos en posición horizontal ya por la alternancia de las rhyolitas y sus tobas, la acción denudadora ha tendido á producir en estas montañas gradas sucesivas en los flancos de cada cañón, á veces tan regulares en un flanco como simétricos en ambos lados del cañón que producen la idea de una continuidad destruída tan sólo por poderosa erosión para venir á formar un valle encajonado.

Esta misma erosión ha producido en la parte superior anchas mesetas que como dijimos caracterizan los flancos orientales de cada cadena, de tal manera que se aborda el principio de cada cañón cuando se camina al O. de una manera brusca y repentina, pues que la meseta se corta bruscamente.

Este aspecto en la configuración es bien característico en las montañas al O del Mezquital; la meseta de tobas de Milpillas, la bajada brusca al cañón de Bolaños y las prolongadas y regulares graderías en el largo cañón de Huajimic.

Respecto al carácter de las rhyolitas de la Sierra, tienen todas ellas muy grandes semejanzas y varían desde rhyolitas sumamente vítreas, de pasta casi de la piedra pez hasta rhyolitas casi micrograuulíticas por lo avanzado de la desvitrificación del magma feldsítico ó petrosilisoso.

Cerca del Mezquital, en los cerros llamados de las Lagunillas, las rhyolitas son de color violado con numerosas y pequeñas cavidades llenadas de pomez. Al microscopio algunas cavidades se ven tapizadas de esferolitas y la pasta feldsítica contiene numerosas agregaciones esferolíticas con la forma de las *axiolitas*.

La relativa posición de las rocas en la barranca de Los Lugos en el Mezquital es como sigue:

En la base, traquitas de hornblenda y traquiandesitas.

Rhyolitas en gruesos bancos horizontales.

Coronamiento de tobas de color gris.

La roca rhyolítica en contacto con las traquitas, tiene un color y aspecto semejante á la roca de las Lagunillas, pero al microscopio la roca es más esferolítica, de esferolitas simples sin cruz y muy cargadas de ferrita. El magma casi es vítreo pues apenas polariza en muy finos puntos, y á la luz natural este magma se resuelve en agregados vermiformes á consecuencia de la agrupación de las puntuaciones obscuras, dando cierta tendencia á formar verdaderas axiolitas. El contacto mutuo de varias esferolitas muy opacas deja ver en los nicols cruzados una separación en secciones poligonales.

En la parte superior de las rhyolitas en la barranca de los Lugos y en contacto con las tobas, se encuentran brechas rhyolíticas compactas y de color rojo, las que algunas veces degeneran hasta verdaderas tobas. Al microscopio se ven diseminados en una pasta microfeldsítica fragmentos angulosos de cuarzo y de feldespato más ó menos corroidos en su interior. El magma ofre-

ce cierto aspecto de agregación de partículas un poco diferente al de las verdaderas rhyolitas.

Avanzando del Mezquital del Oro hacia el O. siguen presentándose la rhyolitas cubiertas en la parte superior por tobas rhyolíticas con estructura imperfectamente columnar. De nuevo las rhyolitas aparecen en la vertiente opuesta para bajar al río de Patitos, afluente del río que corre en la barranca de Cuixtla.

En la barranca del río de Patitos se puede observar con claridad una serie de bancos de rhyolitas dispuestos casi horizontalmente, separados entre sí por gruesos bancos de tobas y brechas rhyolíticas de aspecto petrográfico poco diferente á las del Mezquital. Un grande acantilado en esta barranca deja ver esta sucesión y donde las rhyolitas alcanzan á veces espesores hasta de 50 metros.

En la parte superior un grueso banco de brechas se cubre de capas de tobas grises y rojizas más ó menos desgastadas por la erosión.

Los flancos occidentales de la sierra de la Parida los forman rhyolitas de color rosado en la parte superior, cubiertas por tobas en la parte inferior; ya casi sobre el río de Bolaños descanzan sobre brechas andesíticas de color rojo.

En el pueblo de la Yesca, á media altura y en el flanco oriental de la sierra del mismo nombre andesitas son ocultadas por rhyolitas y brechas rhyolíticas y en los flancos occidentales se observa una alternancia de rhyolitas y brechas. En una parte del río del Cora y en el extenso valle para subir al borde oriental del cañón de Huajimic, se extienden también rhyolitas, muchas de ellas muy vítreas y compactas, ocupando la parte superior de dicha sierra tobas grises. La ladera occidental frente á Huajimic, de la sierra de Alica, tiene en su parte superior rhyolitas que quedan en contacto con las dioritas de que ya hemos hablado.

Basaltos y Labradoritas.—Las últimas erupciones verificadas en aquella región de la sierra Madre han tenido por representantes á los basaltos y labradoritas en poderosas corrientes. En la serranía al E. del Mezquital se observan corrientes sucesivas, separadas por gruesas capas de tobas y brechas volcánicas de color rojo con gruesos fragmentos de tezontle. Algunas rocas de las corrientes son por la pobreza de olivino verdaderas labradoritas, conteniendo pequeños cristales de hiperstena y abundantes granos de augita en su magma; otras son basaltos del tipo común con abundante olivino.

Al O. del pequeño pueblo de Milpillas, en la subida á la cima de la sierra de la Parida, encontramos rocas de color pardo con numerosas cavidades tapizadas de ópalo y de una materia terrosa blanca como producto de descomposición de una zeolita: Esta roca contiene microlitas de labrador y augita, magma amorfo de color pardo y es un basalto análogo á los del E. del Mezquital. Unos y otros ocupan altos niveles con relación al fondo de las barrancas inmediatas.

Las calizas cretáceas en las márgenes del río Grande del lado de las llanu-

ras hacia la ciudad de Tepic se cubren de poderosas corrientes de lavas basálticas, que ofrecen en los acantilados que encajonan á los arrollos, una disposición en columnas de gran longitud, delgadas, ya verticales, inclinadas ó en abanico y cuyo conjunto produce un agradable efecto. Estas llanuras altas, que se extienden del Río Grande hacia Tepic se interrumpen por pequeños cerros volcánicos y por la elevada montaña volcánica llamada Sanguangüey, rodeada en su base de pequeños cerros, con cavidades cratéricas, cuyo conjunto da á la montaña un aspecto característico. En las llanuras vecinas á esta montaña, se encuentran gruesas capas de tobas volcánicas pomosas de color amarillo, arenas y cenizas que se extienden en todos los alrededores de Tepic; rodean la base del cerro de San Juan y llegan hasta el fondo de la barranca Grande en el camino de Tepic al Puerto de San Blas. De nuevo vemos aparecer los basaltos en corrientes diversas, que han aparecido por numerosos conos volcánicos en las faldas del escalón entre Tepic y la costa. En las tierras vecinas de las playas de San Blas, surgen las corrientes de lava, separando planicies de tierras bajas notablemente fértiles, abonadas por numerosos arroyos. Las corrientes de lavas basálticas se pierden en parte en las arenas de las playas y surgen á veces de las aguas del mar. En San Blas, la Punta del Rey y el pequeño cerro de San Blas Viejo, pequeñas eminencias que limitan la rada, están formadas de estas lavas, lo mismo que las grandes Peñas Blancas que se encuentran vecinas á este Puerto rodeadas por las aguas.

Depósitos Cuaternarios y Recientes.—Es indudable que el trabajo de erosión verificado en la parte alta de las serranías componentes de la Sierra Madre, el transporte por las aguas, del material de fácil desagregación como las tobas, brechas, etc., que hemos visto abundan en la región, han debido producir importantes sedimentos en el fondo de casi todas las barrancas. En efecto; con frecuencia se ven en estos lugares gruesos depósitos de aluvión, arenas, etc., que alternan con capas de tobas pomosas remolidas y arcillas indicando un depósito lento. Estas capas han sido de nuevo arrastradas por las mismas aguas de los arroyos que han practicado un cauce más profundo. En algunos cañones como en el de Bolaños, éstos depósitos detríticos forman numerosos montículos en la base de los escarpados. En los depósitos se ven las capas casi horizontales ó débilmente inclinadas, desgarradas y formando lomas sucesivas á consecuencia de la erosión.

En las llanuras de las costas el material toboso de los volcanes se mezcla á las arcillas que han dejado sedimentar los ríos durante sus inundaciones ó el cambio de curso por su carácter divagante. En las playas los depósitos arcillosos se mezclan á las arenas del mar en los numerosos esteros de San Blas.

Por uno de estos esteros desembocab a un brazo importante del Río de Santiago, trayendo una gran cantidad de material de azolve que se acumulaba en la desembocadura; pero las mismas crecientes de este brazo, en ciertas épocas del año, arrastraban este material y mantenían por este medio la rada con

bastante profundidad para permitir la entrada á embarcaciones de calado medio.

Desgraciadamente las divagaciones del río por una parte, y alguna otra causa local, han impedido la salida de agua en regular cantidad por la rada de San Blas para arrastrar el azolve, lo que impide completamente la entrada, produciendo la inseguridad consiguiente á una porción poco abrigada del mar. Este cambio en la salida de las aguas de una parte del río por los esteros, ha producido en la proximidad de la barra un avance de las playas hacia el mar, de alguna consideración si se atiende á la rapidez con que se ha verificado dicho avance.

En el Mezquital del Oro se explota desde hace años una veta de cuarzo aurífero que arma en las traquitas violadas de la región. La veta tiene una dirección de N. O. á S. E. echada hacia el N. E. y un espesor variable entre 1 y 4 metros. La riqueza del filón es igualmente variable, generalmente concentrada en cintas cerca de los respaldos. El mineral dominante es el oro nativo mezclado á óxidos de fierro. A la profundidad á que actualmente se trabaja, persiste aún el oro libre en los óxidos, con tendencia á una disminución. En los trabajos más profundos el oro casi siempre viene acompañado con pequeña cantidad de minerales de plata que parecen ir en aumento con la profundidad. El cuarzo á todos los niveles viene á veces mezclado con pintas de minerales de cobre, que son considerados como buen indicio pues que aumenta la riqueza en oro.

Este filón aurífero del Mezquital, se oculta debajo de las rhyolitas que cubren á las traquitas, siendo de notar que debido á la pequeña extensión descubierta de las traquitas, no han podido ser encontradas nuevas vetas en la región.

En las faldas de la Sierra de la Yesca existe, á inmediaciones de la población del mismo nombre, un antiguo mineral poco trabajado en general, á causa de su situación en una región muy accidentada de la Sierra y la falta de buenos caminos.

Algunas vetas arman en andesitas de hornblenda alteradas, pero el mayor número vienen armando en rhyolitas. La dirección media de las vetas es paralela á la Sierra y son en su mayor parte filones de gran potencia, formados de cuarzo con pintas de minerales de manganeso (quemazones), las más veces ricas en oro en la parte superior.

El relleno de las vetas á profundidad, es una mezcla de cuarzo y espato calizo con blendas, galenas y sulfoantimoniuros de plata dispuestos generalmente en cintas de concreción. En algunas vetas donde dominan los óxidos de manganeso, las vetas son de potencia muy variable, formándose accidentalmente bolsas de mineral. En la mina llamada del "Mirador" es notable la abundancia de geodas tapizadas de cristales de cuarzo aerohidros.

En la región superior del Mineral y cerca de la cima de la Sierra, se han

encontrado vetillas muy delgadas y numerosas, formadas de cuarzo con sulfuros negros y oro nativo, incosteables á causa de su pequeño espesor; sin embargo, han sido explotados algunos de estos hilos en el lugar llamado "Las Ánimas."

Las vetas potentes de la Yesca han sufrido dislocaciones, como puede verse en las minas de San Miguel y Zapopan, y reaberturas rellenadas posteriormente por la parte superior, con óxidos de manganeso pulverulento, transportado de los crestones, como se observa claramente en la mina "La Colorada."

Guadalajara.—San Blas.

Muy diferente es el aspecto topográfico al atravesar la Sierra Madre al S. de la margen izquierda del Río Grande ó de Santiago. El relieve es mucho menos enérgico á la vez que las depresiones son en menor número y menos profundas, y en los elementos topográficos componentes se nota una desmembración, es decir, sierras y montañas separadas por valles diversamente orientados, amplios y elevados, con pendientes poco fuertes, que han permitido la apertura de la carretera entre Guadalajara y San Blas, poniendo en comunicación relativamente fácil aquel puerto del Pacífico con la Mesa Central.

El límite occidental del extenso valle de Guadalajara está formado por lomas y pequeños cerros enlazados, que llegan á juntarse hacia el N. O. con un grupo de montañas que bajan bruscamente hasta el cauce del Río de Tololotlán. Una vez pasadas las lomas del O., se entra en un extenso valle, limitado siempre por dichas montañas al N. en donde corre un pequeño arroyo que se une al naciente río de Ameca ó de Pijintos, que ya una vez formalizado por la unión de varios afluentes, sigue su curso hacia el O., pasando por la población de Ameca casi paralelo al de Santiago en las grandes curvas que define su curso. En el espacio comprendido entre estos dos ríos se nota claramente en las montañas una tendencia á una orientación E. O. paralela á dichas corrientes, pues que se encajonan en amplios cañones como el de Ameca ó en profundas barrancas como el Río Grande. El valle, nacimiento del Río de Ameca, se extiende por el S. hasta el pueblo de Cocula, y al N. E. hasta los cerros de Etzatlán y el elevado cerro de Tequila, cono volcánico de contrafuertes avanzados y ramificados. Pasadas al O. pequeñas barrancas que originan estos estribos, se extiende de nuevo el valle que remata en la cuenca de la laguna de la Magdalena. Asciende el terreno al O. para formar el borde de la barranca de Mochitiltic, la depresión más profunda de la sierra en esta región. Esta barranca vierte sus aguas hacia el N. en el Río Grande, pasando á través de las cañadas de la sierra escarpada de Hostotipaquillo, que forma el límite S. del cajón de este río y que tiene por consiguiente la dirección aproximada E. O. La barranca de Mochitiltic es una cortadura transversal en la sierra de Hostotipaquillo. Esta sierra se prolonga hasta las montañas

vecinas de Mineral de Castellana y la Sierra de Juanacate, las que juntamente con la Sierra de Ixtlán forman un angosto valle que se ensancha en las cercanías del volcán del Ceboruco y donde terminan las sierras de Hostotipaquillo. Allí se eleva el terreno atravesando una pequeña sierra llamada los Montes de los Cuartos hasta los flancos del volcán de Sanguangüey y las lomas y cerros de la proximidad de Tepic, escalón último para descender á las costas hacia el puerto de San Blas.

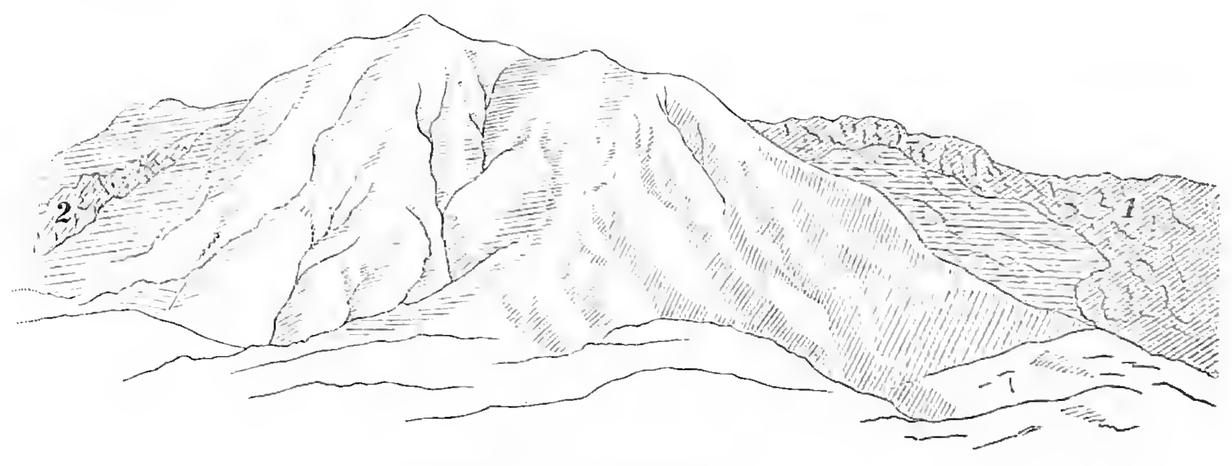
Las formaciones volcánicas modernas dominan en general en esta región de Jalisco y Tepic. Las rocas más antiguas son rhyolitas de colores claros más ó menos esferolíticas, que se encuentran en el valle inmediato al de Guadalajara. Forman estas rocas las paredes de la grande barranca de Mochitiltic y la totalidad de los montes de los Cuartos. Rocas de aspecto basáltico caracterizan el resto de las montañas y fondo de algunos otros valles. El camino real corta andesitas piroxénicas en la proximidad del cerro de Tequila, roca que forma el macizo de esta montaña. El valle de Ixtlán contiene varios cráteres basálticos alineados de E. á O., con numerosas corrientes de basaltos, algunos muy vítreos, cubiertos á veces por gruesas capas de lapilli. Las faldas occidentales de la Sierra de Juanacate también presentan corrientes basálticas sobrepuestas, pero en su parte superior se extiende una vasta planicie en donde encontramos rhyolitas y gruesas masas de obsidiana negra, cubiertas en su mayor extensión por abundantes cenizas arrojadas de los inmediatos volcanes de Ixtlán. Estas cenizas volcánicas y tobas volcáninas amarillas, cubren la mayor parte del fondo de los valles vecinos, en depósitos que aumentan de espesor al aproximarse á los flancos del volcán del Ceboruco, que presenta diversos conos parásitos en sus flancos del E. y del N. á la vez que delgadas y angostas corrientes de lava llegan hasta la llanura cerca del Marquesado y de Ahuacatlán. Los depósitos de tobas volcánicas producidas indudablemente durante las erupciones de este volcán, se prosiguen hasta la base de los montes rhyolíticos de los Cuartos, pero tobas amarillas, brechas pomosas, lapilli, etc., se encuentran también en los flancos O. de esta pequeña sierra frente al volcán de Sanguangüey, siendo este volcán el que ha cubierto de gruesos depósitos volcánicos la región vecina de Tepic.

El número y disposición de los cráteres volcánicos en esta región, sugiere la idea de una importante fractura, correspondiendo á un lugar de dislocación en el levantamiento general de la Sierra Madre, donde se ha interrumpido bruscamente su dirección y se hubo efectuado un movimiento en dirección diferente. Esta fractura daría nacimiento á tres volcanes importantes por su altura y corrientes de lava numerosas; tales son el cerro de Tequila, el Ceboruco y el Sanguangüey, en dirección de los cuales se alinearían cráteres de más pequeña dimensión, como la cadena de cerros volcánicos de Ixtlán y serie de cráteres escalonados en el descenso del escalón de Tepic hasta San

Blas. Algunas corrientes de lava han quedado sumergidas en gran parte en el Pacífico, emergiendo en algunos lugares como cerca de San Blas. Sería muy interesante ver si estas manifestaciones volcánicas se prolongan hasta la vecina isla Isabela, que parece quedar sobre la continuación de esta línea de volcanes hacia el O., como si la fractura terminara en la serranía submarina que une al Cabo San Lucas con el Cabo Corrientes, emergida en tres puntos principales conocidos con los nombres de Islas Marías.

La mayor parte de las erupciones de esta importante cadena de volcanes, han dado lavas basálticas con abundante olivino, como la de los volcanes de Ixtlán, labradoríticas como las lavas más antiguas del Ceboruco y de los volcanes próximos á San Blas, y andesitas augíticas y de hiperstena como las del volcán de Tequila, y las lavas modernas del Ceboruco que pasan hasta traquitas piroxénicas.

Damos á continuación una nota de nuestra visita al interesante volcán del Ceboruco



Volcán Ceboruco.—Vista tomada del O.

1.—Corriente de 1870.

El volcán Ceboruco.

Todos sabemos que entre las modernas erupciones volcánicas acaecidas en el territorio mexicano, debe contarse la que tuvo lugar en el volcán llamado Ceboruco, montaña situada al N. O. y muy cerca del pueblo de Ahuacatlán, perteneciente al territorio de Tepic. Es digna de llamar la atención en los anales de la historia de nuestros volcanes, por haber tenido lugar dicha erupción en la parte superior de un antiguo cono volcánico que no daba anteriormente, desde la más remota época histórica, señal alguna de actividad, y por haberse presentado á la superficie, durante la erupción, un vastísimo caudal de lavas que alcanza un volumen verdaderamente enorme.

No damos en esta Memoria una descripción detallada de la época, dura-

ción, etc., de aquella gran erupción de 1870, porque existen buenas descripciones y artículos relativos á este volcán, dados por la Comisión de 1875 en la "Colección de Fenómenos Geológicos," Guadalajara, y en los Anales del Ministerio de Fomento, tomo I, por el profesor M. Bárcena; tan sólo daremos alguna idea de la forma, caracteres y dimensiones de la corriente última, dedicándonos también al estudio de las lavas bajo el punto de vista petrográfico.

El sitio principal donde tuvieron lugar los primeros síntomas de la erupción de 1870, fué en el flanco exterior O. de un grande y antiguo cráter que forma la parte central de la montaña del Ceboruco. Poco después de la primera emisión de gases y vapores que iniciaron la erupción, un pequeño y nuevo cráter se formaba. Los productos arrojados eran, esencialmente, además de los vapores, gran cantidad de arenas y cenizas, productos originados por la desagregación de las rocas en la chimenea nuevamente abierta, y que lanzados en los aires venían una parte á caer en la proximidad de la boca, acumulándose á su derredor en la forma de un anillo, definiéndose así la forma cratérica que hasta la fecha se conserva.

Poco tiempo después y una vez formado el nuevo cráter, principia la erupción de la lava, que caliente, en fusión ó en un estado pastoso, sale, rompe una parte de la barrera del cráter y desciende á lo largo de un profundo talweg que poco á poco va llenando. Durante este período de escurrimiento de lava por el cráter, en el fondo mismo del talweg, se abren nuevas grietas que arrojan á su vez relativamente tranquilas y pastosas, cantidades de lavas que se mezclan y confunden á las que del cráter vienen, terminando el fenómeno con la formación de una ancha y alargada corriente, que en dirección del N. E. á S. O. viene á terminar cerca del pueblo de Uzeta, situado al S. O. de aquella elevada montaña.

En nuestra visita á la montaña ó volcán del Ceboruco el 9 de Febrero de 1894, hemos emprendido la ascensión con el mismo itinerario seguido por la Comisión de 1875. Es decir, el camino que del pueblo de Uzeta conduce á los flancos occidentales de la montaña. Topográficamente se puede dividir el Ceboruco en dos porciones distintas, la base muy extensa, de pendientes suaves, semejando un cono muy obtuso surcado de innumerables talwegs y pequeñas barrancas, prolongación de los talwegs de la segunda porción ó cono terminal de rápidas pendientes y que forma la parte principal de la montaña. El cono de la base está formado en general de rocas duras cubiertas algunas veces de gruesas capas de tobas, pero la masa rocallosa que la forma, define las tempranas erupciones de este volcán, lavas en bancos que se prolongan en una gran extensión.

Sobre estas rocas ó en los flancos de este cono cubierto por aquellas costras de tobas que facilitaron posteriormente la vegetación, han escurrido, por decirlo así, nuevas corrientes de lavas, que muy fluidas algunas, han caminado algunos kilómetros abajo, extendiéndose en superficie y adquiriendo poco espesor, lo que demuestra su fluidez. De estas corrientes citaremos una

muy extensa que ha bañado los flancos del cono, de débil pendiente al O. y dos más pequeñas é igualmente fluidas al S., cortadas por el camino real de Guadalajara á Tepic. Estas corrientes se distinguen fácilmente de las más antiguas por su aspecto rocalloso, que no ha permitido, dada su poca antigüedad, la formación de tierra vegetal para desarrollar vegetación que apenas comienza á iniciarse. Al N., frente al pueblo de Xala, otras modernas corrientes se presentan, lo mismo que al E. y S. E. del lado de Ahuacatlán. Estas corrientes de rocas muy fluidas cuya superficie profundamente rugosa, ondulada, estirada, por decirlo así, en algunos tramos, no siempre han sido producidas ó arrojadas por la boca de un gran cráter de aquellos cuyos restos se observan en la cima, sino también de algunos conos parásitos que en la base se observan, formados de ceniza, tezontle (lapilli) y tobas.

El carácter de este volcán para colocarlo al lado de los volcanes estratificados, no puede ponerse en duda, por el gran número de corrientes que en su derredor se encuentran por decirlo así esparcidas, así como el carácter de las rocas de la que podemos llamar parte antigua de la montaña, formada de rocas un tanto análogas á las de las modernas erupciones, dispuestas en bancos superpuestos separados algunas veces por capas de brechas y productos calcinados, indicando el inmediato depósito de nuevas corrientes de lavas incandescentes y más ó menos fundidas. Es, pues, sumamente difícil, dadas las repeticiones de esta sucesión de capas de lava, poder determinar el número de erupciones como se ha pretendido alguna vez.

La cima de la vasta montaña del Ceboruco se compone de varias crestas más ó menos unidas entre sí, ligadas por contrafuertes, ó separadas por profundas depresiones. Orográficamente, es un macizo aislado, separado de las montañas de la sierra de Juanacate por la depresión del valle de Xala, de los cerros volcánicos de Tequepexpan por un pequeño valle que se interpone y de las montañas de la sierra de Ixtlán por el pequeño río del mismo nombre.

Los cerros llamados de Ahuacatlán, del macizo del Ceboruco, forman una cresta alargada y en forma de semi-círculo. Su naturaleza petrográfica y su forma nos autorizan á considerar esta porción como la de un cráter antiguo [1] y de los primeros cráteres de este complicado volcán, cuya porción N.O. y O. ha sido destruída por la formación posterior del más grande cráter, que ha dado nacimiento á grandes corrientes de lava que han destruído parte de su porción N. del lado de Xala. Los bordes conservados de este gran cráter han sido considerados por los miembros de la Comisión de 1875 como un enorme dique, cuya forma y posición no es fácil explicar como tal, dada también la semejanza petrográfica con las rocas de toda la porción antigua de la montaña. La porción más bien conservada de este cráter queda al S. y O. y es en su cuadrante S. O. y en sus flancos exteriores donde se ha realizado la apertura del pequeño cráter de la erupción de 1870.

1 De la misma manera opina el Profesor D. Mariano Bárcena.—"Colección de fenómenos geológicos de Jalisco." Guadalajara, 1875.

Al O. de aquella porción del gran cráter antiguo llamado la cumbre de la Coronilla otra serie de eminencias se presenta unida con la Coronilla por contrafuertes destruídos en parte por las erupciones, dando lugar á la formación de una profunda depresión á lo largo de la cual ha escurrido y se ha amontonado la lava de hace veinticinco años, como siendo el lugar cuya pendiente favorecía el escurrimiento. Del lado N. existe otra depresión no tan fuerte como la primera pero cubierta también por lava moderna.

En la visita del volcán por la Comisión de 1875 se ha considerado la primera de estas barrancas como el fondo de un antiguo cráter, quizá por la forma semicircular de las crestas que la definen, pero en nuestro concepto no hay caracteres suficientes para considerarla como tal, ó si lo fué, los agentes de denudación se han encargado de hacerle perder todo carácter para hacer la referencia, y tal vez el nuevo cráter formado haya contribuído en buena parte. Actualmente más bien puede considerarse la susodicha depresión como el origen de la barranca de "Los Cuates", conocida con este nombre, la que ha sido llenada por decirlo así con la enorme masa de lava de la última erupción.

El Cráter.—Ya hemos dejado apuntado la posición que tiene el nuevo cráter en relación con las cimas principales del Ceboruco. Su posición digamos lateral á un gran cráter y en sus flancos exteriores, da motivo á su forma un tanto irregular, alargándose en el sentido de la menor resistencia. Así, el cráter es elíptico, teniendo su eje principal dirigido de E.N. al O.S. casi de E. á O. y con una longitud aproximada de 100 metros, contada desde el acantilado ó muro de productos cineriformes, respaldo exterior del cráter antiguo, hasta otro acantilado, borde S.O., y principio de la gran corriente de lava. El primero de aquellos bordes es el punto más alto no sólo del cráter sino aun la cima culminante de toda la montaña. Los bordes laterales ó según el pequeño eje de la elipse están formados de cenizas, productos arrojados durante el principio de la erupción, formando dos taludes, uno exterior y otro interior. Los taludes exteriores de pendiente natural, apoyan en pequeñas *playas* cubiertas también de arena y donde se observan vestigios de vegetación, como grandes troncos de árbol aún parados, desnudos, secos y semicarbonizados en la corteza. Todo el muro exterior de la Coronilla está rodeado de esta playa arenosa. Los taludes interiores del cráter tienden al centro de la cavidad, ocupada por un macizo de roca compacta análoga enteramente á la de la corriente y que ha quedado allí como una especie de tapón. Estas lavas allí acumuladas y enfriadas no pudieron ser expulsadas ya al fin de la erupción, representando pues el principio de la corriente, de la que está en parte separada: 1º por el movimiento de descenso de aquella hacia el exterior y 2º por los derrumbes durante el enfriamiento.

Este malecón de lavas que obstruye la boca tendrá una altura de 10 á 15 metros y de ancho 20 metros.

La profundidad del cráter en los bordes N. O. y S. E., arenáceos y únicos puntos por donde es accesible el cráter, será tan sólo de 20 á 25 metros.

La Corriente.—Lo más notable de la erupción de 1870 es la corriente de lava.

Forma ésta ó aparece ahora como un enorme contrafuerte de la montaña.

Desde un punto elevado como las cimas de los Encinos y alguna otra, se puede seguir con la vista el contorno de la corriente, distinguiéndose fácilmente de el resto de la montaña por el contraste que produce su completa aridez, con la vegetación, muy escasa á la verdad, de las laderas y contrafuertes que le son vecinos.

Demasiado angosta la corriente en su origen, en el extremo S. O. del cráter, poco á poco va ensanchándose á medida que se aleja de este punto y desciende, llegando á alcanzar á un poco más de la mitad de su longitud total, una anchura de poco más de 2½ kilómetros y su longitud total quizá excede de 6 kilómetros, longitud fijada ya por la Comisión de 1875. La forma general es bastante irregular, haciendo notar que la sinuosidad de su contorno proviene casi exclusivamente de aquella que le daba la configuración del suelo sobre el que escurría, recogiéndose en las partes angostas y ensanchándose en otros lugares, invadiendo por decirlo así el fondo y hacia uno y otro lado de la barranca, que como dijimos al principio le sirvió de lecho.

Tanto el extremo de la corriente como sus bordes ó contornos laterales son de pendientes notablemente fuertes y aun á veces casi verticales y con alturas muy variables, pero que alcanzan más de 150 metros en diversos puntos y que pueden tomarse como los mayores espesores de la corriente. En todos estos bordes se ven las huellas de grandes derrumbes de tierras, cenizas y blocks de rocas de grandes dimensiones, derrumbes que tienen lugar con gran frecuencia aun en la actualidad y que son sin duda un factor del enfriamiento lento de la lava, pues algunas de las masas de roca desprendidas de la parte superior y partidas en el momento del derrumbe, se sienten aún calientes al tocarlas. Son pues los derrumbes ocasionados por partiduras violentas de las grandes piedras por desequilibrio de temperatura.

En un escurrimiento lateral que parece depender de esta corriente, cerca de su origen y que va hacia el N., es el único lugar donde se observa fluidez en la estructura en masa de la roca, la que parece que desborda en una caída como en cascada y se notan bandas sinuosas de escurrimiento.

En toda la extensión de la porción principal aparece dicha corriente, por lo general, como una especie de aglomeración de piedras, partidas y desgajadas en todos sentidos, ya desparramadas, ya formando montículos, en uno y otro caso en el más completo desorden, lo que hace muy difícil la marcha á más de ser bastante peligrosa en algunos puntos por estar las piedras amontonadas en estado de equilibrio tal, que al pisar se derrumban y aun se precipitan en grietas más ó menos profundas. Algunas veces el fracturamiento de la lava muy intenso las reduce á tierras. En diferentes lugares de la masa de la corriente, parece que á través de la costra superficial consolidada y fría, saltó ó emergió súbitamente y como por fenómeno de presión, lava caliente y semifluida que enfriada bruscamente ha conservado formas bizarras y elegantes: picos, agujas, torrecillas de notable belleza.

Este fenómeno de lavas rugosas y careadas frecuente en lavas muy líqui-

das es muy común en las corrientes del Ceboruco modernas y anterioresá las arrojadas en la última erupción.

La corrientes que corta el camino real carretero antes de llegar á Uzeta es un buen ejemplo.

La vizcosidad de la lava del 70 es manifiesta en todo, en la elevación de los bordes de la corriente, en la lentitud de su marcha durante el tiempo de su emisión y sobre todo en el aspecto general característico frecuente y exclusivo de lavas semifundidas ó semifluidas. Muchos ejemplos tenemos en México de lavas arrojadas en estado de viscosidad.

La corriente se presenta á la vista como un solo todo y no se obtiene prueba alguna de que parte de la lava haya sido arrojada por grietas del suelo ó por otro punto que por el cráter, aunque parece imposible que ese cráter tan pequeño haya podido emitir los 2,000.000,000 de metros cubicos que en su informe sobre este volcán calcula el Profesor M. Bárcena.

La coloración general de la corriente es un gris rosado ceniciento manchado aquí y allá de blanco en lugares que indican el sitio de una antigua fumarola, ó desprendimientos actuales de vapores, como vamos á ver.

Las Fumarolas.—En el malecón de rocas del fondo del cráter y del lado N. de dicho malecón, se observan actualmente dos grandes fumarolas que arrojan una columna de vapores blancos de tres á cuatro metros de altura; las grietas ó cavidades de estos respiraderos tienen tan sólo unos cuantos centímetros y son de forma irregular. El espesor de la masa de vapores y su altura aumenta á medida que desciende la temperatura; así, en las mañanas frias á la salida del sol, se ven aumentar mucho las columnas y los vapores más densos, como si sufriesen inmediata condensacion.

Tomada la temperatura de estas fumarolas alcanzan muy cerca de 96° á la mayor profundidad de la grieta donde puede penetrar el termómetro.

La mayor parte de los vapores parecen consistir en vapor de agua y una pequeña cantidad de ácido sulfuroso, reconocido por el olor. A más de éstas dos grandes fumarolas del cráter hay otros muy pequeños respiraderos en el mismo malecón de lava y en el borde del cráter formado por el extremo ó principio de la lava, pero son de menor importancia y dan columnas más pequeñas de vapor de agua y ácido sulfuroso en menor cantidad que las del cráter. El olor del ácido es apenas perceptible.

En la boca de los respiraderos y en su proximidad, las lavas se alteran bajo la influencia de los vapores calientes; dichas rocas se decoloran prontamente y aparecen transformadas en silicatos probablemente de magnesia, formándose algunas veces concreciones blancas, algunas sales solubles amarillas y una muy pequeña cantidad de azufre en granos.

A lo largo de toda la corriente en sus seis kilómetros de longitud, se observan aún multitud de pequeños respiraderos que arrojan al parecer exclusivamente vapor de agua. Durante el día estas pequeñas columnas de vapores no son visibles sino cuando son observadas á muy corta distancia. Vistas al amanecer se distinguen claramente aun de lejos. La invisibilidad de los vapores

no condensados inmediatamente, como sucede cuando calienta el sol, es prueba de que son exclusivamente de agua. No tienen dichos vapores olor ninguno y su temperatura es inferior á la de los respiraderos del cráter.

El origen de estos vapores acuosos, por lo menos en parte, se explica por la reducción á ese estado de las aguas que circulan aún en el fondo ó lecho de la barranca, cubierta hoy por las lavas y bajo la influencia de la alta temperatura de éstas en su interior, pues ya dijimos que cuando se parten y derrumban las piedras se nota que aún conservan algun calor.

Las Lavas—En la inposibilidad de poder determinar con precisión el número de erupciones del Ceboruco, sí es posible establecer la división en erupciones antiguas y recientes juzgando de estas últimas por la frescura de la superficie de las corrientes, es decir, por la casi ninguna acción por los agentes de erosión; y de tal manera se asemejan todas estas corrientes á la última de 1870, que si no fuera por la estructura de fluidalidad, podría uno juzgarles á primera vista como enteramente contemporáneas.

No así las antiguas (limitando la palabra) de las que han dependido la elevación general de la montaña donde las atenuadas formas de los elementos topográficos suponen un avanzado desgaste.

Pero esta distinción, basada solamente en accidentes, se corrobora prontamente con el estudio detenido de las rocas en las que se observa un cambio notable en graduación sensible, desde las remotas hasta las modernas, sin que debamos admitir que el hecho sea enteramente general para las rocas de todos los rumbos de la montaña, pues nos concretamos por ahora á la región O. solamente, sin disputa la más interesante.

Llama mucho la atención, lo que en general hemos observado otra vez; el paso de tipos básicos á rocas más ácidas; aquí como roca más antigua se nos presenta una labradorita, pasamos insensiblemente á las andesitas básicas y llegamos hasta las traquitas vítreas que son las de la erupción de 1870.

Labradorita de labrador y piroxena.—Al N. de la cima de los Encinos y á su pié pasa una barranca profunda, cuyo fondo en parte ha sido cubierto por un ramal de una corriente de lava, que fué nacida del más elevado cráter del volcán, anterior á la erupción de 1870. En algunos lugares esta corriente ha dejado á descubierto como partes salientes y elevadas, porciones del antiguo macizo del volcán. De una de estas partes hemos colectado muestras de una roca negra, compacta de grano unido y uniforme, que bajo el microscopio tiene una masa vítrea de color ligeramente pardo sembrada de numerosos y pequeños globulitos. Abundantes granos y cristales de augita se hallan distribuídos, así como microlitas y cristales microlíticos de labrador.

Son raros los cristales feldespáticos de grandes dimensiones y los que existen ofrecen penetraciones caprichosas del magma globulítico. Una sola consolidación de los feldespatos parece dominar en la roca y es de notar su semejanza á la labradorita del S. de la Isla de Santorín que describen Fouqué y Lévy en su Minéralogie Micrografique.

Andesita, labradorítica de piroxena.—Quizá por la distinción clara que se

puede observar de dos tiempos de consolidación de la roca de la cima de los Encinos, parte O. más elevada del Ceboruco, y su inmediata relación con la anterior de la que está muy próxima, nazca la presencia simultánea en su pasta de microlitas de labrador y oligoclasa en proporciones variables, pero tendiendo siempre á predominar las primeras y pareciendo por la pequeñez de las segundas de formación posterior. Es por esta razón que hemos designado la roca bajo el nombre de andesita, y el término de *andesita labradorítica de piroxena* es el que más le conviene. El magma vítreo es de color claro, menos abundante que en la roca anterior, Contiene granos de piroxena y de fierro oxidulado. Los grandes cristales casi siempre corroidos, son de labrador, augita y también hiperstena.

La roca es de color gris uniforme y bastante compacta.

Andesita augítica de piroxena.—En la roca de las corrientes modernas y anteriores á la de la erupción de 1870, se obtienen claramente andesitas de piroxena. A la simple vista son de color negro un poco ligeras, más ó menos esponjosas, salpicadas de cristalitos blancos feldespáticos. El microscopio deja ver un magma vítreo de color pardo desvitrificado en abundantes microlitas alargadas de oligoclasa, granos de piroxena y de fierro oxidulado. En partes de la preparación, la semejante orientación de las microlitas feldespáticas indica la estructura fluideal muy marcada. Los cristales de primera consolidación, son oliglocasa y labrador, augita é hiperstena.

Estas andesitas augíticas de piroxena forman las dos angostas corrientes que cortan el camino real de Tepic al S. O. de la montaña.

Obsidiana traquítica de piroxena.—Las lavas de la corriente de 1870, son las más interesantes. La roca es más ó menos compacta, se divide algunas veces en lajas delgadas de color negro veteado de pardo, de superficie un poco lustrosa. A la luz natural y con fuertes aumentos se observan granitos amarillo-rojizos y cristalitos en forma de agujas débilmente coloridas y microlitas de muy pequeña dimensión que parecen ser de piroxena alterada. La pasta límpida hace juzgar de la coloración rojiza de la roca como provenida por esta piroxena en parte alterada. En otras preparaciones la piroxena enteramente cristalítica, no presenta alteración y aparece con un ligero color verdoso; esta roca á la simple vista es negra pura.

El resto del magma á la luz polarizada deja pasar la luz como si hubiese tendencia á una completa desvitrificación. Las microlitas de contornos poco definidos no macleadas, de sección rectangular ó cuadrada de extinción recta, deben referirse al sanidino. Los pocos cristales de primera consolidación, la mayoría son también de sanidino, algunos en zonas de crecimiento.

En unas preparaciones la piroxena de igual tiempo se halla alterada de la periferia al centro, pues presentan los cristales un reborde obscuro y finamente granuloso; en otras la piroxena no está alterada, con vivos colores de polarización é inclusiones vítreas. En la proximidad de estos cristales hay siempre granos de fierro oxidulado.

Apenas se hace sensible en estas lavas la fluidalidad, lo que concuerda con

el carácter viscoso ó la poca fluidez que ha manifestado la corriente como ya dejamos indicado.

En la parte de la Sierra comprendida entre la barranca de Mochiltiltic, Ixtlán y la Yesca, cortada por el cauce del Río Grande, se extiende una vasta región minera cuya explotación tuvo por centro comercial, en otro tiempo, la población de Hostotipaquillo. Se caracteriza la región por un número incontable de vetas argentíferas potentes, armando todas ellas en andesitas de hornblenda ó andesitas de piroxena. A éstas acompañan siempre las rhyolitas, unas y otras con caracteres petrográficos semejantes á las rocas típicas del Distrito Minero de Pachuca. En ellas se manifiestan todas las variedades que la alteración, ya por influencias exteriores, ya por la acción misma del relleno metalífero de sus fracturas, se producen en las andesitas en todas las regiones mexicanas donde abundan estas rocas y criaderos minerales de este tipo.

Para dar alguna idea de esta importante zona metalífera, mencionaremos como lugares de relativa importancia actual por sus trabajos de explotación, "La Castellana," "La Cabrera," "Pinavete" y el "Mineral de San Pedro Analco."

En el lugar llamado San Ramón, junto á la orilla del río, se explota un grueso filón llamado de Castellana, de metales en general bastante ricos en su profunda zona de oxidación. El filón se compone de cuarzo, óxidos ferruginosos, sulfuros, cloruros y bromuros argentíferos con ley relativamente fuerte de oro. Abajo de la zona de colorados que no afecta un solo nivel, se encuentran los sulfuros de plata con blendas ricas, galenas, sulfoarseniuros y sulfoantimoniuros de plata y á más de cuarzo un poco de calcita.

Las andesitas de hornblenda que sirven de caja á este filón, se hallan cubiertas en la parte superior de la montaña por rhyolitas muy esferolíticas.

A pocos kilómetros al E. de este lugar, se encuentra la mina de Cabrera que explota una veta de potencia variable entre 0.m 60 hasta 3 metros, armando en andesitas cuarcíferas (dacitas). El rumbo de la veta es de N. 70° E. con echado variable entre 45 y 75° al N.

El relleno se compone de cuarzo con abundantes óxidos de manganeso y algo de sulfuros negros con muy escasa ley de oro en la parte superior. A la profundidad se cambian prontamente en piritas, blendas y galenas, pintas de minerales de cobre y cristales de cerucita. La veta se halla dividida en una gran longitud en dos cuerpos separados por un caballo de roca análoga á la de los respaldos.

En los minerales de Pinavete y Analco las vetas son semejantes á las que acabamos de bosquejar.

Ixtlán.—Bahía de Banderas.—Tomatlán.

Hemos dicho que entre los ríos de Santiago y de Pigintos que son en una parte de su curso casi paralelos, las sierras entre ellos comprendidas se orientan en general de E. á O. y que es precisamente este cambio en la dirección del relieve el que ha favorecido la profunda cortadura del Río Grande y definido la dirección del valle de Ameca. Las sierras de Ixtlán y de Juanacate definen esta dirección pues que sus flancos respectivamente mueren en las márgenes de dichos ríos formando entre sí el angosto valle del río de Ixtlán.

Pero sobre la margen izquierda del río de Pigintos, no ya cerca de Ameca sino más hacia el O., la sierra de la Tetilla se enlaza con la gruesa sierra de Mascota.

Esta sierra tiene por punto culminante la bufa de Mascota ó del Real Alto que se levanta precisamente enfrente de la gran bahía del Valle de Banderas, pues de esta montaña se desciende al O. prontamente á la costa por la población de S. Sebastián. Casi en la parte más entrante de la bahía desagua el río de Ameca en el mar. La gran bahía se halla limitada y bordeada por decirlo así de pequeñas eminencias rocallosas que avanzan hasta formar las dos puntas de Mita al N y. el cabo Corrientes al S., siendo esta punta la más saliente y avanzada hacia el mar en el litoral mexicano del Pacífico.

De la Bufa de Mascota se desprende hacia el S. una larga cadena de montañas elevadas, entre las que podemos citar las montañas del Desmoronado, las del Cuale y Bramador. Entre esta sierra y el brazo que avanza hacia la población de Mascota se forma el extenso valle Alto de Talpa y de Mascota, en tanto que en la vertiente oriental de esta sierra se encuentran los valles altos de Huauchinango y de Atenguillo. La sierra de Mascota, tanto en su núcleo como en los distintos brazos en que se divide, es notable por su riqueza minera.

De las montañas de Desmoronado y Bramador se baja hasta las llanuras de la costa de Tomatlán planas en una parte y con accidentes de relieve cerca del mar.

La geología de esta vasta región de la Sierra Madre es más complicada que en los tramos que antes hemos estudiado toda vez que se encuentran rocas de erupciones anteriores al Cretáceo; sin embargo, dominan como en las regiones vecinas del Río Grande, las rocas eruptivas post-cretáceas.

Después de atravesar la región volcánica de Ixtlán donde se extienden en gran cantidad y potencia corrientes sobrepuestas de lavas basálticas, se descubren en una gran extensión de la sierra de Ixtlán, rocas traquitoides de color verde, que estudiadas al microscopio se definen como andesitas de piroxena, que encierran criaderos minerales argentíferos y auríferos que se explotan en pequeña escala. En la parte superior de la serranía aparecen, coronando la mayor parte de las cimas, rhyolitas esferolíticas cubiertas ó alternando con tobas las que se prolongan en los flancos meridionales de dicha sierra enfrente del río de Ameca y que ocultan á una importante formación de rocas granitoides, granulitas y dioritas todas de edad terciaria.

Cerca del pueblo de Barranca del Oro se descubre una roca de color blanco de aspecto granítico á la simple vista y que estudiada al microscopio resulta con la estructura propia de la granulita. Apoyándose directamente sobre esta roca en la barranca llamada de Rondanera, se encuentra otra roca de color verde muy cargada de anfíbola serpentinizada, roca que parece resultar de una simple modificación de la granulita y aun se puede notar en algunos lugares de una á otra una insensible gradación. Un poco más arriba se encuentran rocas verdes microlíticas que le dan á la roca el carácter de andesitas de anfíbola y piroxena, semejantes á las del lado opuesto de la sierra.

Sobre el río de Ameca y el pequeño afluente de Barranca del Oro las granulitas que forman la base de las montañas se ocultan debajo de aluviones y tobas modernas y en parte por delgadas corrientes de basalto.

La formación de andesitas de hornblenda se extiende en una gran parte de los flancos de las sierras de Mascota y de los Reyes, cubiertas en grande extensión por poderosas corrientes de basalto columnar de edad terciaria, muy semejante al basalto de Regla en el Estado de Hidalgo, siendo probablemente de edad contemporánea.

En cambio, la parte superior de dicha sierra de Mascota en la región de la Bufa se halla coronada por rhyolitas, rhyolitas brechoides, tobas rhyolíticas y dacitas en las que arman los importantes criaderos minerales del Real Alto y San Sebastián.

En la larga cadena de montañas que limita al O. el valle de Mascota se presentan en gran abundancia labradoritas porfiroides con grandes cristales de labrador, andesitas de hornblenda y ya en los flancos occidentales de esta sierra, frente á la costa de Tomatlán, encontramos la extensa formación precretácea de Desmoronado, formada de macizos graníticos cubiertos en la base de pizarras cristalinas donde dominan las cuarcitas. Esta vasta formación se interrumpe en algunos tramos por rocas eruptivas modernas, pero se continúa con estas interrupciones hasta cerca de las costas. Esta formación de rocas precretáceas aislada enmedio del sistema eruptivo terciario de nuestra Sierra Madre y análoga en sus razgos generales con las formaciones eruptivas del Sur de la península californiana, la posición saliente del cabo Corrientes y el alineamiento enmedio del Océano del pequeño archipiélago de las Marías, sugiere la idea de una sumersión de la cadena, continuación meridional de la cordillera californiana, quedando como testigos las susodichas islas y las puntas ó cabos de San Lúcas y Corrientes.

Una simple ojeada sobre una carta de la América del Norte atrae desde luego la atención sobre la semejanza orográfica del Estado de California, Estados Unidos y los Estados costeros mexicanos del N. en el Pacífico. Entre la Coast Range y la Sierra Nevada Americana hay la misma disposición que entre la Península de la Baja California y nuestra Sierra Madre continental mexicana. El valle de Sacramento que separa á las primeras y el Golfo de Cortés que se interpone en las segundas se hallan sobre una misma dirección y con disposición análoga. Parece pues, que el valle comprendido entre las

sierras de la Baja California y la Sierra Madre se ha hallado lentamente sumergido, abriéndose una extensa boca de entrada al Golfo entre los cabos de San Lucasy Corrientes.

Esta semejanza orográfica resalta á primera vista aún á despecho de la diferente naturaleza geológica entre la Península de la Baja California y la Coast Range americana.

En las montañas que limitan la margen derecha del río de Ameca se extiende en una gran longitud, aunque interrumpida varias veces, una zona aurífera que comienza en el cerro de Ameca, sigue en los cerros inmediatos al pueblo de Barranca del Oro y se continúa más al O. en la región llamada de Pigintos.

Casi todas las vetas, en general muy angostas, arman en granulitas terciarias. Las vetillas se componen exclusivamente de cuarzo, óxidos ferruginosos y oro libre, aumentando á la profundidad las piritas.

En Barranca del Oro sobre las granulitas y dioritas andesíticas con delgados hilos de cuarzo auríferos, viene una roca verde porfirítica que disloca á los hilos cortando en diques delgados á las granulitas. En esta roca, á su vez, se encuentran hilos de cuarzo también auríferos y minerales de plata.

Siempre acompañan á los cuarzos auríferos pintas de minerales de cobre.

A causa del poco espesor de las vetillas de esta región y la inconstancia de la ley, la explotación es difícil y solamente posible con grande economía.

En el macizo dependiente de la bufa del Real Alto existen tres centros de vetas argentíferas. El Mineral de los Reyes con vetas que arman en andesitas verdes. Los minerales dominantes son las galenas y sulfuros argentíferos en cuarzo y un poco de espato calizo. La riqueza viene en columnas angostas inclinadas y casi regularmente separadas.

El Real Alto es un grupo de vetas al pie de la Bufa. Arman en rhyolitas y brechas de rhyolita. Las vetas son poderosas.

Por último á corta distancia del Real Alto, el Mineral de S. Sebastián, con vetas de cuarzo y calcita, dominando algunas veces esta última matriz, con blendas, galenas y piritas, acompañadas como en la mina de Quiteria, de teluros de plata (Hessita).

GUADALAJARA.—AUTLÁN. [1]

Para completar los diversos aspectos que presenta la Sierra Madre en el Estado de Jalisco hemos practicado otro itinerario al S. del que hemos hablado anteriormente y que parte también de la ciudad de Guadalajara. El camino á la salida de esta ciudad hacia el O., carretero hasta la población de Ameca, cabecera del Cantón del mismo nombre, es en general bastante plano, pues

1 Itinerario seguido por J. G. Aguilera y E. Ordoñez.

que solamente lo interrumpen las lomas cuaternarias que limitan dicho valle hacia el O., elevándose el terreno hasta el lugar llamado Venta del Astillero cerca de la base de una pequeña sierra que se extiende al N. y de cuyos flancos nacen arroyos afluentes del río de Ameca. Ya en la cuenca de este río el camino desciende lentamente hasta Ameca, en una extensa planicie que comprende por el S. los abiertos valles que llevan afluentes de este río y que se extienden hasta Cocula y por el N. en el amplio valle de Ahualulco, limitado por el cerro de Tequila. Ya cerca de Ameca el valle de este nombre se estrecha hacia el O. por las montañas de Ameca y sus prolongaciones occidentales, que juntamente con la sierra de la Tetilla y sus dependencias encajonan por este lado el río, que se abre después en Amatlán de Cañas para seguir limitado por las cadenas de que ya hemos hablado en nuestro itinerario anterior.

Para cortar en la dirección más conveniente la Sierra Madre, que puede decirse comienza á levantarse en la serranía de la Tetilla junto á Ameca, seguimos en la dirección del S.O. cortando esta última serranía en las montañas de Quila, sobre las que se extiende una gran mesa que también lleva ese nombre y cuya parte más alta se halla á 2100 metros sobre él nivel del mar. El ascenso á estas montañas por el N. E. y descenso por el S. O. es bastante rápido, llegando por este último rumbo al pequeño valle de Tecolotlán por donde corre un pequeño río rodeado por altas y escarpadas montañas, entre las que se distingue la Tetilla y el Pico de Huehuenton al N. O. de la población, montañas cuya altura pasa de 2500 metros sobre el nivel del mar. Al N.E. de Tecolotlán la sierra de la Tetilla se enlaza con las montañas de Tamazula. Al salir de Tecolotlán se atraviesan los valles de Tuchitlán y Unión de Tula separados por las altas montañas de la sierra que viene desde la parte occidental del cantón de Mascota. Por los cerros de Sta. Rosa se desciende bruscamente hacia el valle de Autlán al que se llega recorriendo varios prolongados contrafuertes. Al río de Autlán llegan las aguas de las vertientes orientales de las elevadas Sierras de Perote y de Cacoma, que juntamente con la de Sta. Rosa forman un ancho cañón orientado casi de N. á S. La sierra de Perote forma el último escalón de la Sierra Madre pués al O. bajan sus vertientes á la Villa de Purificación, principio puede decirse de la planicie de la costa, que extensa y dilatada muere en las playas de Chamela del Océano Pacífico.

Las cimas de la sierra de Cacoma se elevan á una altura de 2,450 metros sobre el mar, y estas cimas y los picos de Tamazula, la Tetilla y Huehuenton son las más grandes alturas de la Sierra Madre en esta región.

La formación cuaternaria de Guadalajara se extiende hasta Ameca con muy pequeñas interrupciones. Las tobas amarillas pomosas y brechas pomosas, dominan en general con intercalaciones frecuentes de aluvión y arenas. Esta formación la hemos visto ocultar las grandes masas de rhyolitas y brechas rhyolíticas que se extienden hasta gran profundidad en la gran corta-

dura del Río Grande que se inicia en el salto ó cascada llamada de Juanacatlán, algunos kilómetros al E. de Guadalajara. En la venta del Astillero, parte más alta de la carretera entre dicha ciudad y Ameca, se descubren en las bajas lomas y en los pequeños arroyos que allí toman nacimiento, las rhyolitas y tobas de aspecto traquítico. Unas y otras se ven también en algunas otras partes del camino.

La formación de tobas volcánicas de Guadalajara, abarca una extensión considerable, pues sobre la ruta entre Guadalajara y las poblaciones del bajío continúan estos depósitos, algunas veces cubiertos por corrientes basálticas que son á su vez numerosas, contando entre otras la que ha originado el salto de Juanacatlán. Las tobas amarillas son esencialmente formadas de pómez sumamente dividida, cimentada por una pasta arcillosa. Su origen es indudablemente semejante al de las tobas de la cuenca mexicana, es decir, producidas en el transporte por las aguas del material que durante las erupciones de rocas andesíticas se producía bajo la forma de brechas de pómez, cubriendo á las andesitas macizas durante el fin de dichas erupciones. Las tobas y cenizas volcánicas de las más modernas erupciones basálticas han contribuído también á formar los depósitos más superficiales, caracterizados por la presencia de mayor cantidad de oxídulo de fierro, fragmentos de piroxenas y feldespatos de básicos.

A medida que se desciende hacia Ameca estos depósitos postpliocenos se cubren de arcilla y limos recientes, aluvión, etc., que indica los transportes producidos por las corrientes de este río y que han contribuído eficazmente á la notable fertilidad de las tierras vecinas á las márgenes de la corriente actual. Las masas de aluvión y arcillas son poderosas sobre este río más allá de Amatlán de Cañas, y están cubiertas á veces por delgadas corrientes de basalto.

Saliendo de Ameca hacia al S. O. al pié de los cerros de Quila, se encuentra en las lomas una roca de color negro de aspecto basáltico y que al microscopio se resuelve en un agregado microlítico de labrador y granos de augita en un magma amorfo globulítico. Esta labradorita cubre también parte del principio de la subida á la mesa de Quila y se apoya sobre una roca de color blanco, agrisada y verdosa que tiene la estructura de una microgranulita con granos y cristales de piroxena transformados en epidota. En las superficies y pequeñas geodas se encuentran agrupaciones de epidota y hierro espejado. En esta roca se encuentran vetas de minerales de cobre que en otra época fueron trabajadas, conservándose aún en el pueblo de Quila en la parte alta de estas montañas, grandes graseros, restos de antiguas fundiciones, así como en las faldas á los lados del camino, antiguos tiros y bocaminas.

En la mesa de Quila se encuentran capas inclinadas de una arenisca de color violado que terminan casi en la parte más alta de la mesa, frente al rápido descenso hacia el valle de Tecolotlán. En esta cuesta de pendiente sumamente fuerte, llamada cuesta de San Diego, se extiende una roca en lajas delgadas de color gris compuesta de magma amorfo con muy abundantes cris-

tales microlíticos de piroxena y que recuerda por su aspecto las labradoritas de las faldas opuestas de los mismos cerros y que hemos visto cubrir en la base á las microgranulitas.

En la base de la cuesta se observa claramente cómo estas rocas basálticas han cubierto á gruesas capas diversamente inclinadas de areniscas rojas y conglomerados, ya verdosos ya rojizos y que ocupan una pequeña extensión sobre las márgenes del arroyo de San Diego. Es indudable que estas areniscas y conglomerados cubren á las andesitas hornbléndicas que difícilmente se observan en la localidad, y de las que el material ha sido tomado. Sin embargo, no se puede precisar ahora su exacta relación á las rocas anteriores, por las corrientes basálticas que las cubren. De nuevo en los alrededores de la población de Tecolotlán dominan las lavas basálticas en corrientes.

Pasados los lomeríos pedregosos de Tecolotlán, se llega á una extensa depresión, en cuyo límite está la pequeña población de Juchitlán, formada en su parte superior de aluviones y en la inferior de gruesos depósitos de areniscas grises y margas blancas amarillas y rojas, seguramente de edad pliocena. Estos sedimentos tienen un espesor á la vista de más de 50 metros, interrumpiéndose en algunos lugares por basaltos negros muy cargados de olivino y al S. O. de Juchitlán por rocas grises que pueden considerarse como andesitas augíticas; estas rocas las vemos cubrirse por los depósitos pliocenos. De nuevo las vemos aparecer descubiertas por erosión en la subida á la mesa de Colotitlán, San Cayetano y en Unión de Tula. Junto á la hacienda de Colotitlán las areniscas son cubiertas por basaltos muy porfiroides de grandes cristales de labrador.

En el angosto cañón abajo del rancho de Tacote, que desemboca hacia Unión de Tula, se encuentra rodeada por conglomerados y areniscas una roca de estructura ofítica, del tipo de las dioritas, con cristales de oligoclasa y abundante amfíbola, que tiende á pasar por alteración á serpentina y clorita.

La parte más elevada del camino entre Unión de Tula y Autlán, la forman los cerros de Santa Rosa, que soportan una no muy extensa mesa en su parte superior de 1,550 metros sobre el mar. Tanto en la cima como en el rápido descenso hacia Autlán, se encuentran dacitas brechiformes envolviendo fragmentos de andesitas. Dichas dacitas pasan á veces hasta verdaderas rhyolitas. Estas rocas se cubren de areniscas y conglomerados rojos al pie de las montañas en el fondo del cauce del río por Ayuquila, formación que de nuevo se cubre de basaltos en los pequeños cerros que separan este río de Autlán, en cuyas márgenes se encuentran depósitos recientes.

Con gran rapidez se levanta al O. de Autlán la sierra de Cacoma, formada en general de un solo espinazo que se ramifica mucho. La parte alta de estas montañas está formada de andesitas de hornblenda de color rojo, cubiertas en los talwegs profundos y barrancas, de basaltos pofiroides de labrador, análogos á los de Colotitlán, dependientes de erupciones volcánicas terciarias.

Llama la atención, según lo que dejamos expuesto, la poca frecuencia de las rocas silisosas como las rhyolitas, que son dominantes en otros lugares

de la Sierra Madre, por esto sólo están más escarpadas; la existencia de algunos valles anchos en lugar de cañones profundos, regulares, paralelos á la dirección general de la cadena. El movimiento orogénico de la Sierra ha tenido aquí una intensidad menor, pues que ha sido insuficiente para permitir la invasión de las rhyolitas. En las regiones en donde dominan las rhyolitas, las grandes depresiones han sido originadas como un efecto dependiente del fenómeno orogénico, mientras que el caso que nos ocupa, manifiesta en sus formas y topografía una atenuación de relieve; los valles han sido practicados por una activa erosión en rocas como los sedimentos arenosos y conglomerados tan comunes en la región. Por su parte este trabajo por los agentes dinámicos en macizos rhyolíticos, ha tendido á exagerar los escarpes hacia sus profundos cañones. Sin embargo, en la Sierra Madre en su porción entre Ameca y Purificación, comienza á sentirse la dislocación engendrada en el límite de un fuerte plegamiento, dislocación que se hace sentir por la aparición de los basaltos terciarios que hemos mencionado, por las lavas augíticas cuaternarias, más y más abundantes á medida que se avanza hacia al S. E. y que vienen á rematar en las erupciones actuales por la grande chimenea del volcán de Colima.

GUADALAJARA.—MANZANILLO. [1]

La desmembración de los sistemas orográficos componentes de la Sierra Madre, se verifica entre Guadalajara y Manzanillo, en una amplitud considerable no comparable á la que hemos visto en los otros perfiles á través de la sierra. Toda esta región, exceptuando las sierras vecinas de la costa del Pacífico en el Estado de Colima, ha estado sometida á violentas y sucesivas acciones volcánicas que atestiguan los poderosos depósitos volcánicos, ofreciéndose aún en la actualidad dichas acciones por el volcán de Colima, centro principal de actividad que ha sucedido en las manifestaciones al volcán Nevado inmediato á él, y ahora completamente extinguido. Es notable igualmente esta región, por ser en la que se encuentran las más importantes lagunas de México, contándose como la de mayores dimensiones la de Chapala, siguiendo en importancia las de Zacoalco, la de Magdalena, de que ya hemos hablado, las de Sayula y la de Zapotlán, separadas entre sí por lomas y cerros volcánicos que definen para algunas de ellas verdaderas cuencas cerradas de más ó menos amplitud. Así: saliendo del valle de Guadalajara al S.O., atravesando una serie de lomas, se entra á la depresión de Zacoalco, donde existen dos extensas lagunas limitadas en su mayor parte por cerros de corta elevación formadas de rocas basálticas. Bajos portezuelos comunican esta depresión con la gran cuenca de Sayula, pasando la carretera en la llanura comprendida entre la extensa laguna al E. y las altas montañas de la sierra de Tapalpa al O. Poca distancia existe entre las poblaciones de Sayu-

1. J. G. Aguilera y E. Ordóñez.

la y Zapotlán, separadas las dos cuencas igualmente por pequeñas lomas de rocas basálticas. La cuenca de Zapotlán se limita hacia el O. y S. O., primero por las faldas de la sierra de Tapalpa y los poderosos contrafuertes del pico Nevado de Colima, cuyas ramificaciones limitan al S. esta cuenca alta con 1,560 metros sobre el mar, y desde aquí se inicia un fuerte descenso á las llanuras de la costa pasando por el escalon de Colima. El camino entre Zapotlán y esta última ciudad atraviesa multitud de barrancas que toman nacimiento desde estas grandes alturas de los picos de Colima, contándose entre las barrancas principales las de Atenquique y de Beltrán que dejan ver los poderosos sedimentos de tobas producidos por aquellos volcanes. Desde la hacienda de Quesería situada en las faldas del volcán de Fuego, se extiende el plano inclinado hasta más allá de Colima, adonde descienden pequeños arroyos abriéndose paso á través de las sierras, que paralelas é interrumpidas más ó menos, limitan la extensa bahía del Manzanillo. Es de notar que las sierras comprendidas entre Colima y Manzanillo se hallan orientadas en su mayor parte de N.O. á S.E., separadas entre sí por valles más ó menos angostos y escarpados por donde corren importantes ríos, como el de Maravasco que limita al Estado por el N. y N.O., y el río de Tuscacueco ó de la Armería, que nace en las montañas inmediatas á Tecolotlán y el de Coahuayana que toma su origen en las faldas de los grandes volcanes. Así, pues, las llanuras inclinadas que se extienden al S. y S.O. en los alrededores de Colima, se hallan comprendidas en un gran triángulo limitado por los ríos de la Armería que se encajona en un largo cañón, el de Cuahuayana, que se encajona también y se limita al E. y S.E. por las faldas de la poderosa sierra de Coalcomán, que se eleva también por barrancas angostas sucesivamente elevadas, y por último, las sierras costeras que bruscamente se suceden hasta la orilla del mar. La elevada sierra de Perote y Cacoma que se extiende en frente y al O. de Autlán, se limita al S.O. de dicha población por el río de Maravasco.

Entre las planicies vecinas á las sierras costeras y las que tocan al mar, se ha formado una angosta depresión ocupada por las alargadas lagunas de Cuyutlán; desgraciadamente ahora una de ellas incomunicada con el mar lo que favorece el desarrollo del paludismo en el vecino puerto del Manzanillo

En algunos de los cerros vecinos á este puerto, entre otros el llamado cerro del Vigía, hemos encontrado rhyolitas de color rojo en la parte superior; son de magma feldsítico, con bandas fluidales y algunos cristales microlíticos feldespáticos que hacen á veces más posible su referencia á las dacitas. Las rocas de la base son de color violado, de aspecto porfiroide por la abundancia de cristales feldespáticos y su magma feldsítico bien desarrollado que recuerda el aspecto de los pórfidos petrosilizosos; sin embargo su edad es netamente terciaria.

Pasados estos cerros vecinos al mar, yendo del Manzanillo á Colima, las

montañas que encajonan el río de la Armería y que bordea el ferrocarril del Manzanillo á Colima, están formadas en su mayor parte de calizas apizarradas, cretáceas, diversamente inclinadas y plegadas y en contacto con ellas y metamorfizándolas más ó menos, vienen rocas cruptivas verdes como las siguientes tomadas cerca del kilómetro 41 del citado ferrocarril. Una de ellas de color verde, de estructura casi ofítica, está compuesta de cristales microlíticos de oligoclasa y cristales de hornblenda parda, con algunos de éstos serpentinizados; existen también grandes cristales de labrador. La estructura de esta roca se asemeja á la de las porfiritas y probablemente proviene de una degeneración de la estructura granítica de las dioritas andesíticas postcretáceas, pues estos cambios los hemos observado con frecuencia en muchos lugares del país en donde se asocian á calizas mesozoicas esencialmente cretáceas. Otra roca es de color gris de grano fino, compacta, compuesta de labrador, augitas y un poco de olivino que hemos considerado como una dolerita andesítica. Como se ve en el perfil que adjuntamos, según el camino del ferrocarril, el descenso desde Colima hasta el pueblo de Cuyutlán, es en su mayor parte sobre terreno reciente, formado de gruesos depósitos de arcillas y aluvión que dejan descubiertas como en los tajos hechos para la línea y en los cerros inmediatos, las calizas diversamente plegadas. Desde Cuyutlán se extienden los depósitos de arena de las playas. Estos aluviones se mezclan poco á poco á medida que se aproxima á las faldas de los volcanes con poderosas capas de tobas volcánicas y gran cantidad de cenizas, dispuestas en bancos ó capas ligeramente inclinadas en el sentido de la pendiente del terreno. Ya en las barrancas de Atenquique y de Beltrán se descubren en los grandes acantilados de sus paredes, en muchos lugares cortados casi verticalmente, alternancia de lentes gruesos de aluvión, cenizas y tobas pomosas en gruesos bancos sobrepuestos. Es indudable que cada capa de ceniza corresponde á un paroxismo de aquellos volcanes, y que las tobas y aluviones representan sucesivos depósitos por aguas torrenciales y tranquilas. El material de transporte producido por estos volcanes, alcanza un espesor sin duda superior á 500 metros y que justifica en parte la profundidad de dichas barrancas y el cauce del río de la Armería, cubierto igualmente por este material. La acción volcánica repetida en muchos puntos por volcanes más ó menos distantes de los picos Nevado y de Colima, y en actividad en diferentes épocas, justifica las corientes de lava y las capas de tobas, cenizas, etc., que se extienden casi hasta el valle de Guadalajara adonde ya se confunden con las brechas pomosas pliocenas y las tobas amarillas cuaternarias.

Sobre las tobas amarillas dependientes de los volcanes de Colima, aparece, cerca y al S. O. de la población de Zapotlán, una alargada y delgada corriente basáltica que ha escurrido de un pequeño volcán situado cerca de las faldas del pico Nevado y que se conoce con el nombre de volcán de Apaxtepetl. La corriente ha escurrido sumamente fluida á juzgar por el aspecto rugoso de la superficie, en la que se descubren claramente las sinuosidades de la corriente, las curvas concéntricas de escurrimiento en formas cordadas,

pequeñas grutas de lava, etc. En algunas partes se ve la calcinación que han sufrido las tobas en que descansan. La escasa vegetación, más bien la desnudez de la lava, permite fácilmente dominar la extensión y figura del *malpaís*.

Partiendo de la hacienda de Quesería, situada en las faldas del volcán de Fuego, intentamos una ascensión que verificamos por la falda S. de dicho volcán, no sin grandes fatigas y dificultades á causa de las fuertes pendientes que rodean la cima.

El volcán aparece desde Quesería como un cono regular de colosales dimensiones, desnudo en su parte superior, con profundos surcos que parten de cerca de la cima que divergen hacia la base y que son origen abajo, de profundas barrancas. Entre cada surco á veces aparecen acantilados poco salientes á la distancia á que se observan. Este gran cono regular parece descansar sobre otro cono truncado de menor pendiente, menos regular y cubierto de vegetación, separado el pié del uno del borde del otro por una especie de atrio ó planicie. A la verdad esta forma no es más que aparente y ya en los bordes del gran cono de la base se observa un circo incompleto de pequeñas eminencias cubierto de vegetación que se necesita descender un poco para comenzar el ascenso al gran cono central; estas pequeñas eminencias se ligan á veces con largos y angostos estribos rocallosos que parten de este cono y que separan generalmente dos barrancas.

Algunas de estas eminencias que rodean el volcán se ven como desprendidas y salientes de los flancos del gran cono de la base, de las cuáles dos de ellas situadas en los flancos S. han recibido el nombre de "los Hijos del Volcán" y están formadas de material rocalloso. Pero las tobas amarillas volcánicas se encuentran formando algunas de estas eminencias, sobre las que se desarrolla la vegetación arborescente que cesa por el lado S. á la altura de 2650 metros sobre el mar.

Las tobas amarillas se hallan cubiertas de arenas volcánicas mezcladas de destrozos de todas dimensiones, desde lava pulverizada y material arcilloso hasta grandes blocks y bombas, material de transporte por las fuertes pendientes, pues que un poco mas arriba este material cubre á la lava maciza que forma el cono.

En los surcos profundos practicados en el cono se pueden observar varias corrientes sucesivas de lavas sobrepuestas, separadas unas de otras por material detrítico, así como por brechas de tezontle generalmente de colores negro y rojo de muy variados espesores, pero siempre las capas de detritus adquieren un espesor predominante. Estas capas en algunos lugares se cubren á su vez de lechos de arena volcánica ordenados paralelamente ó inclinados conforme al talud de la montaña.

La pendiente media del talud del cono generalmente es de 38°.

Varias corrientes de lava de las últimas erupciones del volcán han escurrido hasta mas abajo del límite de la vegetación. Una de estas avanza como contrafuerte por el lado S.O. Igual escurrimiento verificó la lava de la erupción de 1869 por el flanco S.E. descendiendo muy abajo y destruyendo la vegetación.

Fuera de estos casos, en general las lavas más modernas no han llegado al límite de la vegetación y se ven en la parte superior como casquetes sobrepuestos uno á otro, más y más pequeños á medida que se asciende y desigualmente extendidos en el cono, quizá debido á la diversa pendiente y al lugar de su desborde del cráter, así como también al desalojamiento del punto de actividad que se ha verificado en los últimos paroxismos del volcán.

Este poco descenso de las lavas ha sido una consecuencia de su poca fluidez, manifiesta ahora por un estado fragmentario ocasionado también por un rápido enfriamiento. Esta acumulación de grandes masas de lavas amontonadas por decirlo así en la parte superior hace sumamente difícil el ascenso á la vez que peligroso, pués que piedras en estado de equilibrio inestable, una presión cualquiera es bastante para desalojarlas rodando precipitadamente por los surcos ya formados. Con frecuencia hemos visto desprenderse grandes fragmentos de esta lava.

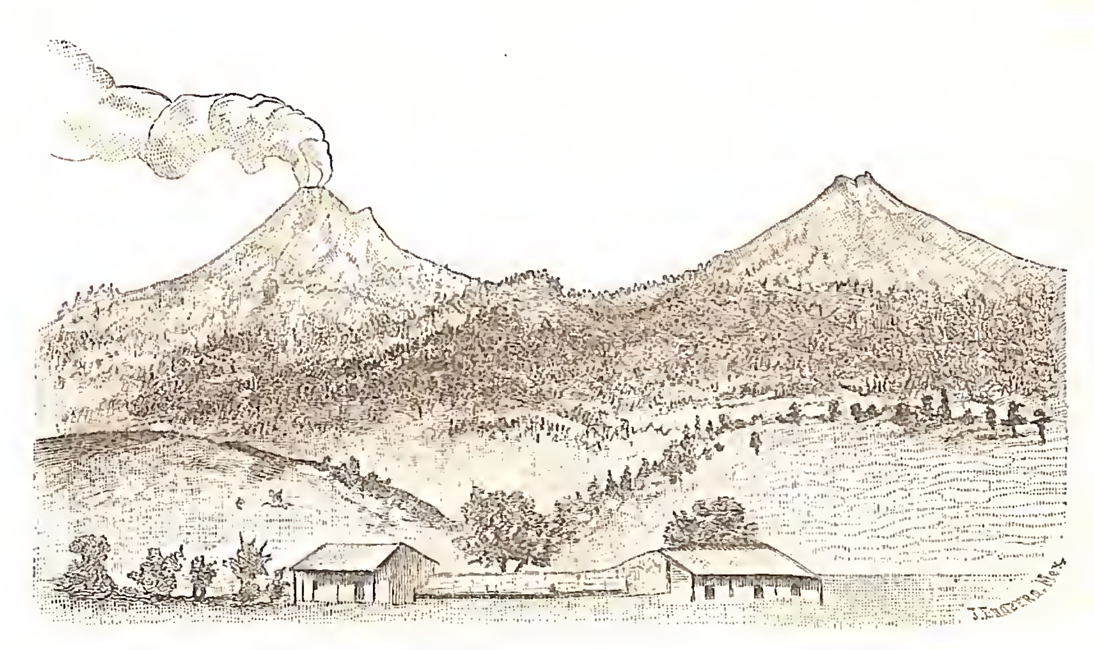
Con las dificultades inherentes á esta marcha en terreno inseguro, hemos subido hasta donde se desprendían gran cantidad de vapores que salían por los intersticios de estas piedras amontonadas, mantenidas dichas rocas calientes y humedecidas. Los vapores son esencialmente vapores de agua con una pequeña cantidad de ácido sulfuroso. Desgraciadamente la alta temperatura de las rocas y la molestia originada por el abundante desprendimiento de vapores sulfurosos nos impidió llegar hasta la cima, de la que tan sólo nos faltarían 80 metros, no pudiendo cerciorarnos de la existencia y dimensiones del cráter. Sin embargo, hay que notar que la mayor cantidad de vapores arrojada entonces por el volcán aparecía por entre las oquedades de las piedras.

El límite de toda vegetación según aneroides comparados y corregidos al nivel del mar, está en el flanco S. á 3100 metros sobre el mar.

La máxima altura que alcanzamos fué de 3780 metros á los que agregados los 80 que faltarían para llegar á la cima tendríamos una altura absoluta para este volcán de 3860 metros. Las lavas de este interesante volcán son en general bastante vítreas de color negro agrisado ó negro pardusco ligeramente ampollosas y á la simple vista en la pasta negra ó rojiza destacan pequeños cristales feldespáticos. Presentan como hecho característico que los feldespatos van siendo más y más ácidos partiendo de las más antiguas lavas hasta las mas recientes, de manera que se pasa de las andesitas hasta las traquitas vítreas. Una roca tomada cerca de la base del gran cono superior, presenta al microscopio un magma amorfo incoloro con microlitas filiformes de oligoclasa y algunos granos microlíticos de augita y oxídulo negro de fierro en muy pequeños y abundantes granos. Los feldespatos de primera consolidación son de andesina y algunos de labrador. Entre estos elementos de primera consolidación existen grandes secciones de augita, algunas veces macleadas é hiperstena con inclusiones de fierro negro. Las finas microlitas acusan una estructura fluidal. Rocas de cerca de la cima del volcán presentan un magma de color pardo, microlitas simples y rectangulares de sanidino y microlitas finas de piroxena, sus feldespatos son sanidino y labrador y la augita

é hiperstena persisten en la roca casi en igual cantidad. Otras veces el magma de estas lavas es incoloro con la mismas especie de microlitas de feldespato, y á más de la hiperstena y augita vienen algunos grandes cristales de hornblenda de fuerte dicroismo alterados en la periferia y resueltos en granulaciones que conservan en su agrupación la forma de la sección quedando un núcleo de hornblenda no alterado. También la hiperstena presenta en la periferia de sus secciones una franja obscura de alteración. Las rocas, pues, de las últimas erupciones son traquitas augíticas de hiperstena. Algunas de estas rocas traen microlitas de dos feldespatos, que debieran considerarse como traquiandesitas con los mismos elementos ferromagnésicos.

Algunas veces disminuye mucho la augita microlítica sobre todo en las más francas traquitas.



VOLCANES DE COLIMA.

(De un dibujo de E. Ordóñez.)

Lo que precede será bastante para formarse una idea general del aspecto topográfico de la sierra madre occidental, en la región próximamente comprendida dentro de los paralelos 19 y 22 así como también se ve hasta qué punto dominan las rocas cruptivas terciarias con una regularidad de sobreposición notablemente constante. Si observamos algunos otros perfiles de la misma sierra en latitudes más septentrionales á las que nosotros hemos estudiado, veremos desde luego que persiste casi uniformemente esta condición orográfica y geológica casi hasta el paralelo 25, donde ya se presenta una modificación que establece la más frecuente intervención de rocas graníticas y pizarras cristalinas, que se ha de continuar hacia el E. de Sonora y territorio de los Estados Unidos. Al sur del paralelo 19 de latitud, la misma intervención se ve-

rifica y se complican mas los accidentes orográficos por el cambio de la dirección general de la cadena occidental y el estrechamiento continental que se prolonga hasta el Istmo de Tehuantepec.

Si establecemos una comparación de los resultados obtenidos en cuanto á la relación del relieve y las rocas entre las Montañas Rocallosas y la Sierra Madre Mexicana, vemos que para la región N. de nuestra sierra subsiste casi absolutamente la misma condición que para aquella; es decir, que sin embargo de existir á la vez material eruptivo terciario y rocas eruptivas preterciarias, en la orográfica actual toman casi absoluta preponderancia las rocas eruptivas terciarias en general con tipos petrográficos en una y otra parte semejantes.

En la parte media de la Sierra vemos, según nuestros itinerarios, que la preponderancia es completa y que solamente las rocas eruptivas terciarias son las determinantes del relieve.

Mr. Hills [1] hace notar que hacia el fin del Eoceno de Wasatchs tuvieron lugar las muy extensas erupciones de andesitas en esa parte S. de las Montañas Rocallosas, emisiones de andesitas de hornblenda, traquitas y rhyolitas. Para las erupciones análogas de nuestra Sierra Madre, parece probable que sean de una edad un poco más moderna y que se puedan referir más bien de aparición hacia fines del Mioceno, como resulta de la subordinación observada en algunas regiones de la mesa central, entre rocas eruptivas de estos tipos y gruesos sedimentos muy plegados del Cretaceo superior y desgastados durante las primeras divisiones del Eoceno.

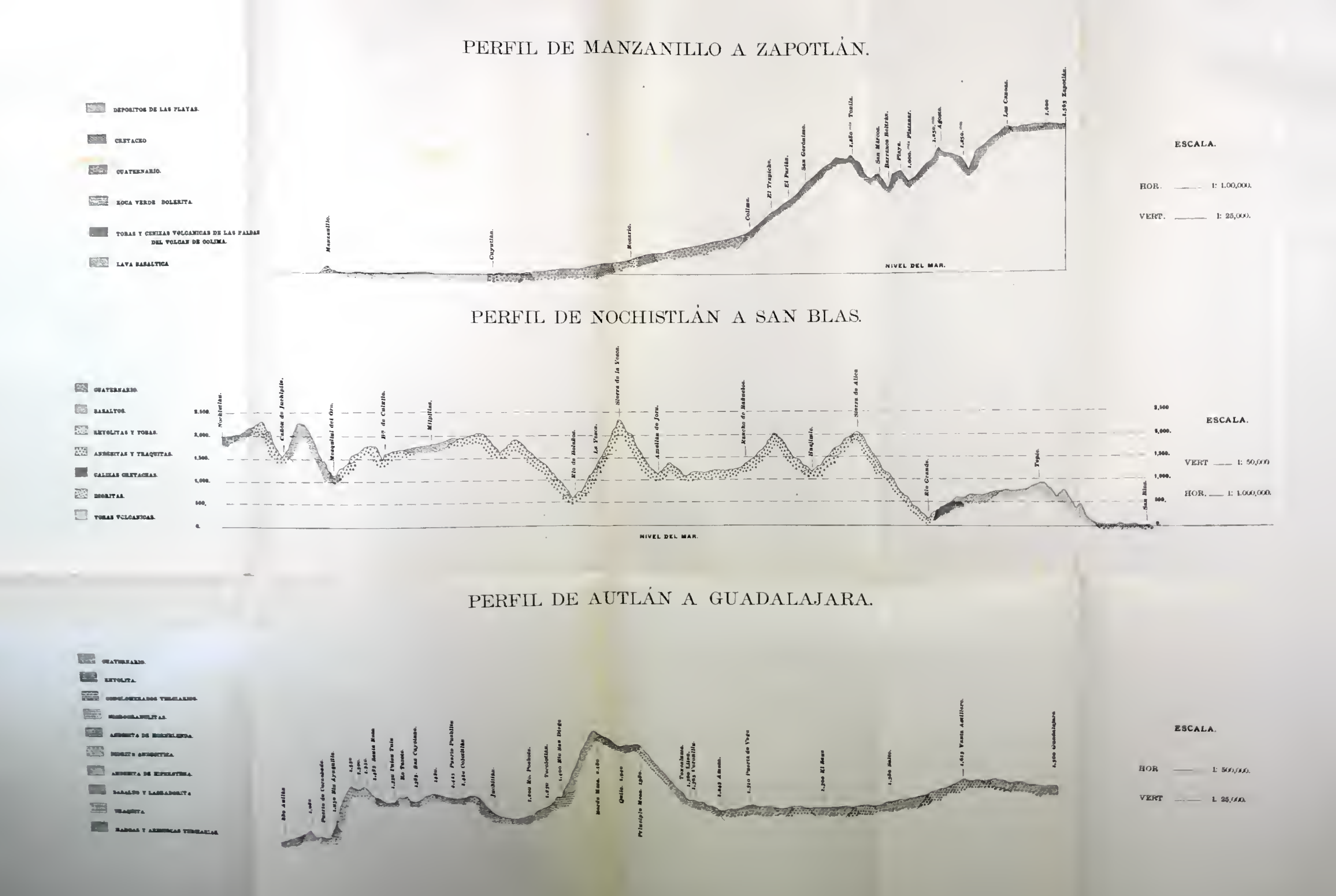
Ya Kuch é Yddings [2] han mostrado la semejanza petrográfica entre ciertas rocas terciarias como las andesitas del O. de los Estados Unidos y las de Colombia y de Los Andes. Han notado también la ausencia relativa de las rhyolitas en dicha cordillera, hecho que establece algunas diferencias entre la región montañosa sud-americana y nuestra Sierra Madre. Sin embargo, la teoría de Yddings sobre la diferenciación de los magmas, establece, desde las montañas del O. de Norte América hasta la Cordillera de los Andes, una similitud petrográfica en los tipos de rocas y las refiere con mucha justicia á *provincias petrográficas* semejantes.

Reduciendo ahora nuestro campo de observación á la región que comprenden nuestros itinerarios á través de la sierra, la orogenia de esa región reviste cierto carácter por el que suponemos que ha habido aquí, aproximándonos á la teoría de Le Conte, [3] un poderoso movimiento de plegamiento, muy intenso en los primeros tiempos del Terciario, manifiesto claramente por la forma del relieve; al que siguieron poderosos hundimientos á lo largo de grandes fallas paralelas á los pliegues y por estas lineas de menor resistencia, sucesivas y prolongadas erupciones volcánicas. Posteriormente un activo trabajo de ero-

1 Tipes of parts eruptives in the Rocky Mountain. By R. C. Hills, Denver. Colo. Proc. of the Colo. Sc. Soc.

2 J. P. Yddings. The volcanic rocks of the Andes. Journal of Geol. Feb. Mar. 1893.

3 Le Conte. Origen of Mountain Ranges. Jour. of Geol. Sep. Oct. 1893.



PERFIL DE MANZANILLO A ZAPOTLÁN.
DEPOSITOS DE LAS PLAYAS.
CRETACEO
CUATERNARIO.
ROCA VERDE DOLERITA
TOBAS Y CENIZAS VOLCANICAS DE LAS FALDAS DEL VOLCAN DE COLIMA.
LAVA BASALTICA
Manzanillo.
Cuyutlán.
Rosario.
Colima.
El Trapiche.
El Parián.
San Gerónimo.
Tonila.
San Marcos.
Barranca Beltrán.
Playa.
Platanar.
Las Canoas.
Zapotlán.
NIVEL DEL MAR.
ESCALA.
HOR. 1: 1.00,000.
VERT. 1: 25,000.
PERFIL DE NOCHISTLÁN A SAN BLAS.
CUATERNARIO.
BASALTOS.
RYOLITAS Y TOBAS.
ANDESITAS Y TRAQUITAS.
CALIZAS CRETACEAS.
DIORITAS.
TOBAS VOLCANICAS.
Nochistlán.
Cañón de Juchipila.
Mezquitic del Oro.
Milpillas.
Río de Bolaños.
La Vesca.
Sierra de la Vesca.
Amatlán de Jora.
Rancho de Bañuelos.
Huajimic.
Sierra de Alica.
Río Grande.
Tepic.
San Blas.
2,500.
2,000.
1,500.
1,000.
500.
0.
NIVEL DEL MAR.
ESCALA.
VERT 1: 50,000
HOR. 1: 1.000,000.
PERFIL DE AUTLÁN A GUADALAJARA.
CUATERNARIO.
RYOLITA.
CONGLOMERADOS TERCIARIOS.
TRAQUITA
Autlán
Guadalajara
ESCALA.
HOR 1: 500,000.
VERT 1: 25,000.

sión ha contribuído á las formas escarpadas que afectan ciertos valles, acción producida esencialmente á lo largo de los grandes pliegues.

Por otra parte, la modificación á esta regularidad que hemos hecho notar para la región S. del Estado de Jalisco y N. de Colima, depende de una brusca interrupción ó cambio de dirección en los pliegues, produciendo grandes desequilibrios que han quedado permanentemente y han mantenido una actividad volcánica continuada hasta nuestros días y que se manifiesta por los volcanes del Ceboruco y Colima; pues ya vimos que es de notar que en la proximidad de estos grandes conos volcánicos se observan diferencias de forma de relieve hacia uno y otro lado en la dirección general de la Sierra Madre.

Zacatecas.—Guadalajara.

Bajando de la serranía de Zacatecas por el O. se llega á la depresión de Cieneguillas, de formación postpliocena lacustre y en cuyos sedimentos tobo-arcillosos se han encontrado varios molares de *Elephas*. El bajío de Cieneguillas se halla limitado al O. por los contrafuertes de la sierra de Jeréz y por el S. se desciende al cauce del río de Villanueva, encajonado al O. por esta sierra y del lado E. por la extensa sierra llamada Sierra de las Palomas que se puede considerar ligada con la de Zacatecas. Estas dos sierras forman en general un cauce estrecho y profundo al río. La sierra de las Palomas y su continuación al S., llamada Sierra Fría, es sinuosa y elevada y está formada en su mayor parte de rhyolitas y tobas traquíticas alternando varias veces las unas á las otras, dando lugar á la configuración de mesetas escalonadas por la desigualdad de erosión en estos materiales de muy diversa cohesión. Las tobas grises y rojizas se cambian algunas veces en verdaderas brechas con abundantes esferolitas y en los lugares donde no se sobrepone á esta roca la rhyolita maciza, la erosión da lugar á grandes picos, agujas y acantilados ruiniformes de agradable aspecto. Las rhyolitas tienen á veces una estructura semicolumnar y son violadas ó rojizas. Entre Villanueva y San José de la Isla hemos encontrado en la masa de las tobas, bolsas ó cavidades llenas de hematitas arriñonadas con casiterita y mezcladas á toba remolida indicando cierta acción de transporte. Las cavidades que contienen el relleno son alargadas, mostrándose como fracturas en la roca, algunas veces con apariencia de vetas, Los más notables de estos llenamientos de hematita con casiterita se encuentran cerca del pequeño pueblo de las Huertas.

Al O. de Villanueva también se encuentran rhyolitas en la mayor parte de las montañas. Cerca de la hacienda de Tayahua hemos visto rhyolitas con grandes cavidades llenas de semiópalo en cintas diversamente jaspeadas.

La continuación de la sierra de Jerez al S. y ya que forma el borde occidental del cañón de Juchipila cerca del pueblo de Tabasco, recibe el nombre de Sierra de Morones. En el rancho de Jesús María en las faldas de esta sierra encontramos labradoritas, basaltos, tezontle etc., y rhyolitas anteriores á las labradoritas cortadas por algunos diques de obsidianas perlíticas. El bor-

de oriental del cañón lo forma un largo espinazo de la Sierra Fría y las montañas que forman parte de la serranía de Nochistlán.

La serranía de Nochistlán se separa de la Sierra Fría tan sólo por un angosto valle aunque siempre el todo puede considerarse como un solo sistema montañoso, que enlazado con la sierra de Zacatecas penetra una pequeña parte al Estado de Aguascalientes y por el S. se extiende sin interrupción hasta las márgenes del río Grande ó de Santiago. La prolongación de la sierra de Morones que limita el río de Juchipila en su margen occidental se corta por el río Grande cerca de S. Cristóbal.

Cerca de la poblacion de Xalpa sobre el río de Juchipila existe un antiguo mineral, El Realito, que hoy no tiene importancia. En las faldas de la sierra en las minas Leonera y Huerta (1891) una parte de las vetas arman en tobas de diabasa. Los metales cerca de la superficie son colorados con pintas de cobre y plata nativa.

En el camino que va de Jalpa á Nochistlán se corta transversalmente la sierra de Nochistlán, una parte en rhyolitas, tobas traquíticas y en la parte media y alta de la sierra encontramos andesitas de hornblenda y también de piroxena.

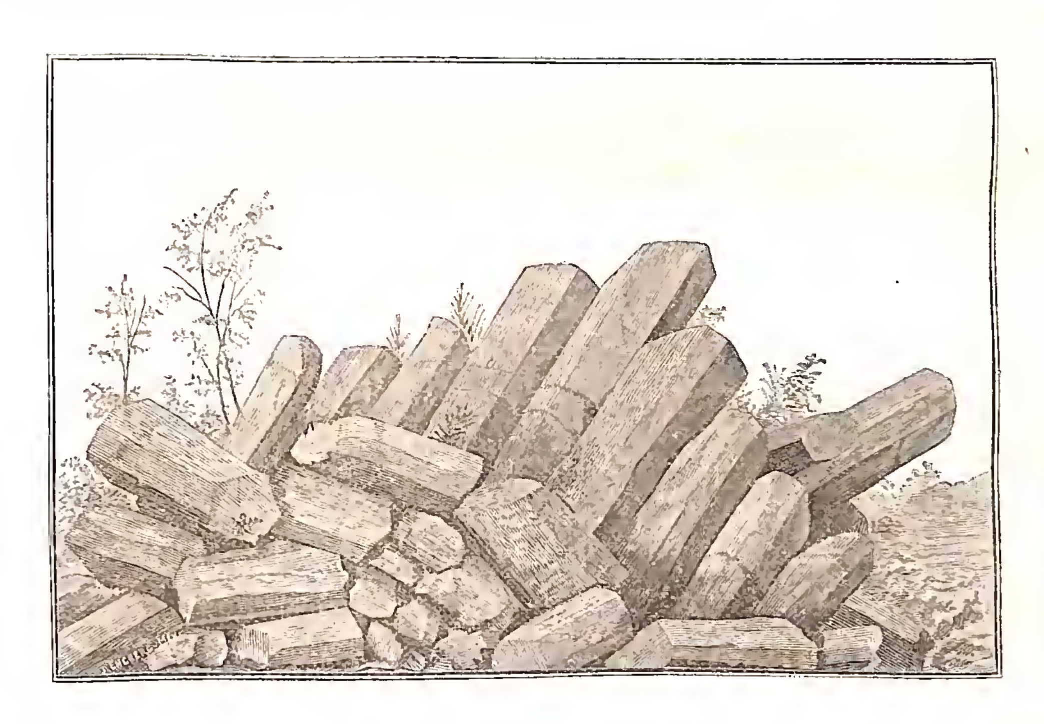
Nochistlán se halla á una altura de 1930 metros sobre el nivel del mar, casi en las faldas de la sierra de su nombre, extendiéndose al E. y S. las llanuras y lomeríos que definen el cauce del río de S. Juan, que pasa cerca de San Juan de los Lagos y desemboca en el río Grande de Santiago por el cauce del Río Verde.

Entre Nochistlán y la población de Teocaltiche, cabecera del Distrito del mismo nombre del Estado de Jalisco, se puede seguir fácilmente la formación cuaternaria característica de los grandes valles de la región meridional de la Mesa Central. Las tobas amarillas pomosas pulverulentas (capas semejantes á las de la cuenca de México) yacen sobrepuestas á las capas de tobas y brechas pomosas en variados espesores, que contienen como en la región de Tequixquiac en el límite de la cuenca de México, restos de vertebrados dominando el *Elephas.* A estas capas siguen en profundidad tobas margosas y margas de colores, de edad pliocena. Esta formación abarca una extensión considerable en la región de que nos ocupamos, pudiendo decirse que se limita por el S. y E. con el límte de la mesa Central, solamente interrumpida por las pequeñas sierras interiores de dicha Mesa, las que son en su mayor parte volcánicas y en macizos diversamente orientados. Entre las poblaciones de Nochistlán y Teocaltiche se puede seguir con facilidad la formacion cuaternaria de tobas en los cortes naturales del suelo, en las pequeñas barrancas que surcan aquellos lomeríos.

En las márgenes del Río Verde y sus afluentes entre las poblaciones de Yahualica y Mexticacán se observan los depósitos pliocenos bajo las tobas más recientes. En esta región, las arcillas y margas abigarradas pliocenas se ven alternar á varios niveles con capas de $0^{m}20$ de espesor de semiópalo de color rosado. En la parte superior las arcillas rojas soportan lechos de una rhyoli-

ta muy vítrea extendida á manera de corrientes. Estas rhyolitas son de color violado y muy compactas.

Cerca de Yahualica en la parte superior de un pequeño cerro llamado de la Mina se observan los restos de una pequeña corriente de labradorita (probablemente sobrepuesta á las arcillas terciarias) formando un curioso grupo de columnas pentagonales en general diversamente inclinadas.



Columnas Basálticas.—Cerca de Yahualica.—Cantón de Guadalajara, (Jalisco.)

(De un dibujo de E. Ordóñez.)

Cerca y al O. de S. Juan de los Lagos en el rancho de la Verdolaga, inmediatamente abajo de las tobas pomosas superiores, se asientan capas de tobas arcillosas, una capa de arenas, margas y una toba caliza con muy interesantes impresiones de pisadas de un felino y de una ave.

Las impresiones son numerosas en las canteras que en dicho lugar hay en explotación, pues la toba caliza con impresiones es usada para pavimentos aunque se desgasta fácilmente después de poco tiempo con el uso.

Este material arcilloso, toboso y de incrustación atestigua un régimen tranquilo de aguas de pequeños lagos que eran indudablemente alimentados en parte por fuentes termales, fenómeno en relación con el volcanismo de la región.

El carácter petrográfico de esta toba caliza y las impresiones de animales contemporáneos facilitan su referencia al Postplioceno de la región, cuando ya la acción volcánica última de la región se manifestaba con la producción de tobas pomosas.

La formación de tobas pomosas y la serie de estratos postpliocenos y pliocenos, se interrumpen cerca de las márgenes del Río Grande. Aparecen, en cambio, bancos muy gruesos de tobas traquíticas y rhyolitas que pasan hasta obsidianas, pudiendo apreciarse el espesor grande de las tobas en la profunda cortadura ó barranca en cuyo fondo corre el río, siendo esta cortadura más y más profunda á medida que su curso llega al O. en los flancos de la parte principal de la Sierra Madre. Para dar idea de la fuerte depresión ó cortadura practicada por el río, puede decirse que la diferencia de nivel entre el borde y el fondo de la barranca es próximamente de 600^{m} en el paso de Ibarra al N. y muy cerca de Guadalajara. Las tobas y rhyolitas de nuevo se ocultan en el borde opuesto de la barranca por la poderosa formación de tobas y brechas pomosas que dominan en todo el valle de Guadalajara.

Saltillo.—Zacatecas.

Bastante montañoso es en general el S. del Estado de Coahuila y el extremo N. del Estado de Zacatecas en su Partido ó Distrito de Mazapil. En los límites orientales de Coahuila, enfrente de la Capital del Estado, se extiende el primer escalón de la Sierra Madre oriental con el nombre de Sierra de la Encantada, de la que se desprenden importantes sierras como la de Carneros que avanza hacia el O. en dirección casi normal á la de la Encantada la que sigue en general casi la dirección N. S. Independientes se encuentran otras serranías alargadas, casi paralelas entre sí, formando valles unos angostos y otros amplios, orientados de O. á E. que por su regularidad, longitud y dirección son notables.

De estos valles se pueden mencionar el del Chiflón en la carretera del Saltillo á Parras, varios angostos y pequeños en la gruesa sierra de Parras, uno muy extenso entre la sierra del Capulín y la de los Calados y los que se abren en las sierras de Mazapil y Novillos.

Pasadas las serranías de Zuloaga y Mazapil, que forman por decirlo así un solo sistema de montañas, se penetra á la región de las grandes llanuras del E. de Zacatecas, de muy escasa vegetación y desprovistas de corrientes de agua. Estas grandes llanuras se hallan interrumpidas por pequeñas sierras diferentemente orientadas. Así tenemos al O. de Mazapil, la sierra del Pico de Teira y la de Tecolotes, al S.O. las sierras de Candelaria y del Calabazal, de cuyas faldas comienzan los llanos de Gruñidora limitados al O. por la pequeña sierra de San Juan de Ahorcados, prolongada dicha llanura hacia el S. hasta las pequeñas eminencias de la sierra Hermosa y de los cerros de la Tinaja, formando valles muy extensos separados á veces por muy bajas lomas. La extensión de esta gran llanura es mayor de N. á S. y su longitud puede estimarse superior á 100 kilómetros. Otra llanura se extiende entre los cerros de la Tinaja y la serranía de Zacatecas.

Las serranías de Coahuila y Zacatecas que antes dejamos enunciadas, la

mayor parte están formadas de calizas cretáceas de la división media y superior, como lo comprueban los restos fósiles encontrados en algunos lugares como en la Encantada y en la sierra de Carneros. Las rocas del cretáceo son ya calizas ya gruesas capas de areniscas grises y amarillentas como las que forman las mesas de los Pastores al S.O. del Saltillo. La disposición de estas capas es casi horizontal, dando lugar por su desagregación á la disposición en mesetas escalonadas ó graderías, favorecida esta forma por la desintegración de arcillas y margas rojas apizarradas que se intercalan en los bancos de areniscas compactas. En la mesa propiamente llamada de los Pastores que limita por el O. el Cañón de la Angostura, grandes tramos de areniscas apizarradas vienen cargadas de minerales de fierro, en general magnetita en granos arredondados del mismo tamaño de las arenas, ya en venillas angostas ya en gruesas manchas sin ninguna regularidad, demostrando la formación simultánea del depósito de arena y mineral de fierro.

En la Sierra de Parras dominan pizarras calizas con varias especies de Inoceramus. Estos estratos pertenecen al cretáceo medio, piso á que han sido referidos por el Sr. Aguilera.

En el fondo de los valles formados por la sierra de los Calados, del Capulín y cerca de Bonanza del lado N. de la sierra de Mazapil, se ocultan los estratos de calizas en gruesas capas, por pizarras muy hojosas bastante alteradas y fuertemente plegadas, formando pequeñas lomas por efecto de denudación ó bien series de medios conos con la apariencia de conos de deyección en los talwegs ó pequeñas barrancas.

Es de notar que la marcada disposición en valles paralelos entre las sierras componentes de estas grandes serranías, es el resultado de los grandes plegamientos en las rocas producidos, siendo cada valle un sinclinal rellenado posteriormente por algunos asientos terciarios y por aluviones y arcillas cuaternarias (La Angostura, S. Carlos, etc.), pudiéndose en ciertos casos demostrarse el hecho por los rumbos é inclinaciones de los estratos, coincidiendo el primero con la dirección de la sierra y la segunda en relación con la pendiente hacia los valles; mostrando claros ejemplos los Calados y la sierra de Parras, la sierra de Novillos, etc., acompañando siempre á este gran movimiento ondulaciones y pliegues de pequeña extensión.

En algunos lugares la circulación de aguas cargadas de carbonato de cal, produjo una poderosa incrustación de tobas calizas, en las que han quedado incrustaciones de hojas y tallos de plantas. Gruesas masas de toba caliza aparecen en pequeños cerros inmediatos á las grandes sierras, por ejemplo, en el cerro del Calvario cerca de Parras, el cerro de Canutillo cerca de Bonanza. En algunos otros lugares también encontramos á alguna altura la misma caliza de incrustación.

En el valle de Parras, limitado por la sierra del mismo nombre, las capas de caliza fuertemente plegadas y onduladas, permiten una circulación subterránea de las aguas á favor de las grietas y fracturas producidas á lo largo del eje de los sinclinales y anticlinales. Las aguas son llevadas al exterior

abriendo túneles en dirección normal á los plegamientos. Como estas excavaciones se han practicado sobre el primer escalón de la sierra, un sistema de canales permite la irrigación de una buena extensión de terrenos apropiados al cultivo de la uva en la parte plana del valle de Parras. Gruesos sedimentos postpliocenos de arcillas y tobas calizas cubren una grande extensión del valle y en su parte más deprimida se tienen las huellas de un antiguo lago con gruesas capas de turba de buena calidad. Esta región pantanosa es poco alimentada ahora por las aguas subterráneas de la sierra, cuyo nivel hidrostático alcanzaba la superficie de esta depresión. Esta porción pantanosa de Parras situada cerca de colinas representa un estado más avanzado del desecamiento al que tienden las vecinas lagunas de Viezca y de Mayrán, que reciben aún pequeña alimentación de los arroyos y que á no dudarlo han sido también alimentadas por aguas interiores que afloraban en dichos lugares.

Una fauna postpliocena abundaba en las zonas litorales de los grandes lagos que en otra época llenaban las depresiones de las grandes llanuras de Coahuila, desecadas lentamente durante la acentuación del régimen desértico de la región. Esta fauna representada por el *Elephas Primigenius* y algunas especies de *Equus*, se desarrollaba en el valle de Parras, en la llanura de S. Carlos y encontramos sus restos igualmente en los grandes valles y depresiones que conservan aún pequeñas lagunas en vía de desecación que abundan en Coahuila hacia sus límites occidentales.

Los fuertes plegamientos de las calizas cretáceas en las sierras de Novillos y Mazapil han puesto á descubierto las calizas apizarradas y pizarras arcillosas de la transición del Jurásico Superior al Infracretáceo en el que abundan *Hoplites Perisphinctes*, etc., encontrando bancos fosilíferos cerca de la mina de los Tajos en la sierra de Zuloaga y al S. de Mazapil. En los estratos superiores cerca de la mina de la Nieva en la región minera de Mazapil el Sr. Schuchard encontró algunos géneros de *Belemnites*.

En varios lugares de esta extensa formación de calizas, aparecen en inmediato contacto con ellas rocas eruptivas en general dioritas andesíticas, que algunas veces pasan por la abundancia de la piroxena á diabasas. La montaña más elevada de la sierra de Mazapil, llamada el Temeroso, de 2,940 metros, se halla constituída por esta roca, que abarca una grande extensión cerca del Mineral de Concepción del Oro. En la sierra de Zuloaga la encontramos también; y al O., después de atravesar los llanos de Cedros y Tecolotes vuelve á aparecer formando la totalidad de la montaña llamada el Pico de Teira.

Cerca del contacto entre estas dioritas terciarias y las calizas se alojan en la región de Mazapil muy importantes criaderos minerales que han sido explotados desde hace muchos años.

El contacto de la roca eruptiva y las calizas ha producido en las últimas un metamorfismo consistente en la transformación á espato calizo y caliza sacarina, teñida en algunos tramos en verde por el mineral de cobre. Las principales vetas de Mazapil se pueden seguir en una grande extensión varian-

do tanto de espesor como de naturaleza. La potencia varía entre 2 y 7 metros y en general los crestones aparecen salientes y cargados de abundante mineral de fierro. Este mineral viene generalmente acompañado de minerales de cobre. Abajo del crestón fierroso de Aranzazu vienen óxidos de fierro con chalcosita, pirita de cobre y hermosos cristales de azurita. En la mayor parte de las vetas de Mazapil dominan los minerales plomosos con ley muy variable de plata. En la parte superior se presentan los colorados, es decir, óxidos de fierro con plata verde que abajo se cambian en galenas, carbonatos de plomo y otros sulfuros cuando se ha pasado la zona de oxidación.

Inmediatos á la veta principal de Mazapil existen con variados rumbos é inclinaciones criaderos minerales interestratificados de muy diversa importancia por su potencia y riqueza. En la mina de la Nieva se explotaban dos y tres cintas de mineral que siguen la estratificación de las calizas. El mineral en la parte superior formado de galenas y sulfuros dóciles con óxidos de fierro se cambian prontamente en minerales rebeldes, blendas y sulfoantimoniuros, cambio que á menudo y en muchas vetas tiene lugar á no muy grande profundidad.

Delgadas vetas de minerales de cobre cortan á los estratos de calizas con rumbos muy variables. Dichas vetillas contienen abundantes óxidos de fierro en la parte superior.

Al S. de Mazapil, masas delgadas de mineral de antimonio se encuentran en las calizas. El mineral es esencialmente cervantita en masas irregulares acompañadas á veces por estibnita del que no parece ser más que una pseudomorfosis.

Atravesando la llanura de Cedros y pasando la sierra de Tecolotes, se recorre otra extensa llanura que se limita por la sierra de Teira, de bastante longitud, orientada de N. á S. llevando como macizo más elevado el Pico de Teira con una altura aproximada de 2,790 metros sobre el nivel del mar. Este pico se desprende casi aislado de la sierra y es de naturaleza eruptiva. La sierra se halla formada de calizas apizarradas y en la proximidad del Pico se encuentra una poderosa formación de pizarras arcillosas (filades) onduladas y plegadas en algunos lugares y en las que no hemos encontrado ningún fósil que pudiera identificarlas con la parte superior del Jurásico á la que probablemente pertenecen.

Estas pizarras se hallan atravesadas por gran número de hilos ó vetillas de cuarzo y óxidos ferruginosos con leyes muy variables de oro y que han permitido la creación de un pequeño pueblo que se ha ocupado de su extracción por procedimientos imperfectos.

Estos hilos que alcanzan hasta 0^{m}20 de espesor siguen muchas veces la dirección de los estratos variando algunas veces de esta dirección y cortando diversamente á las pizarras.

En las calizas superiores á estas pizarras hemos visto hilos delgados con minerales de cobre de la misma naturaleza que los que encontramos en Mazapil.

Las llanuras al S. de Mazapil, designadas con el nombre de Gruñidora y Sierra Hermosa, se hallan formadas en gran parte de calizas terciarias, depósitos arcillosos y aluvión en algunos lugares; sobre las arcillas descanza cerca de Gruñidora y de la sierrita de la Candelaria, un basalto extendido en delgada corriente oculto en algunos tramos por la tierra vegetal.

En una parte de estas llanuras se encuentran á cierta profundidad aguas muy cargadas de sales en las que domina el cloruro de sodium las que florecen algunas veces en la superficie del suelo. En la villa de Cos ha habido en diferentes épocas explotaciones más ó menos activas de sal, la que obtienen de las aguas de pozos poco profundos practicados en su mayor parte en una depresión del suelo que correspondió á un antiguo lago, cuyo fondo es ahora pantanoso y que recoge algunas aguas en la temporada de abundantes lluvias.

Más al S. de la villa de Cos y ya casi en el pie de la sierra de Zacatecas hemos atravesado por pequeños pantanos salados ó pequeñas ciénegas con aguas menos cargadas de sales.

Al S. de la hacienda de Bañón se extiende una pequeña sierra formada en su mayor parte de calizas de *hippurites*, los estratos están diversamente inclinados. El cerro de la Tinaja, uno de los principales de la sierra, está formado de una rhyolita de color rojizo muy vítrea y en contacto directo con las calizas.

Querétaro.—Toluca.

Querétaro se halla situado casi en la falda de los cerros que estrechan al E. el valle de ese nombre, en cuyo fondo corre el río de Querétaro que nace en los extensos lomeríos al N.E. del Distrito y que pasa cerca de la ciudad por la cañada conocida con el nombre de Cañada de Hércules. Estos cerros de la vecindad de dicha ciudad forman un grupo aislado de montañas entre las que se encuentran como más importantes el cerro del Cimatario al S. y á algunos kilómetros de la ciudad y los cerros de Saldarriaga al N.E.

Los caracteres generales del relieve de la región comprendida entre Querétaro y Toluca, se definen por pertenecer á una sola grande vertiente, la del río de Lerma, que nace, como es sabido, en el valle de Toluca, camina hacia el N.O. y cambia de dirección cuando recibe los afluentes que le vienen del N., entre otros el río que hemos dicho pasa á inmediaciones de Querétaro. Como límite oriental del valle de Toluca y hasta cerca de Querétaro, corre una importante sierra que recibe diversos nombres en distintos lugares de su trayecto, orientada en dirección aproximada de S.E. á N.O. y cuyas crestas y ramificaciones sirven de límite á dos grandes vertientes; la occidental que alimenta al río de Lerma, la oriental á la cuenca de México y al río de Tula; el primero con su desagüe al Pacífico, el segundo hacia el Golfo de México. Esta sierra corre casi en el medio de la Mesa Central y su extremo S. se enlaza con la gran barrera meridional de dicha Mesa.

Sin embargo de definirse claramente su dirección, este espinazo se halla

diversamente ramificado, limitando entre sus brazos altas mesetas, así como en sus flancos occidentales, sobre los cuales hemos seguido nuestro itinerario, pequeñas sierras y montañas de grande altura que le son en parte desprendidas.

Pasadas las llanuras de Apaseo, al O. de Querétaro, interrumpidas por cordones de lomas de poca elevación, se llega á un grupo de cerros que rodean la población de Apaseo el Alto, característicos por la forma de sus laderas que son escalonadas y sus cimas extendidas en mesetas.

Con accidentes menos fuertes se prolongan estos cerros hasta el pueblo de Jerécuaro y la hacienda del Fresno al pie de un brazo importante de la sierra y en cuyas faldas se encuentran las poblaciones de Amealco y Coroneo. Pasado éste último pueblo se desciende lentamente hacia el S.E. para entrar al extenso valle por donde pasa el río de Lerma, cerca de Molinos de Caballero, río que viene al pie de los cerros de Contepec y de los cerros de Temascalcingo.

Para formarnos una idea de la naturaleza de la parte principal de la sierra, prolongamos nuestro itinerario hasta el cerro de Xilotepec, ya en la vertiente oriental y pasando por la extensa meseta de Acambay, regresando de nuevo hacia el O. hasta los cerros inmediatos á Ixtlahuaca y el cerro de Xocotitlán el que casi se desprende de la sierra.

Un terreno bastante plano ó lomas de poca altura se extienden entre Ixtlahuaca y Toluca.

La mayor parte de los cerros y lomas cerca de Querétaro y que forman la Cañada de Hércules, se hallan constituídos de una roca en bancos casi horizontales de una toba rhyolítica y rhyolitas con abundante cantidad de pómez. Estas rocas se aprovechan con ventaja por su fácil labrado á las construcciones. Son de color blanco ó más generalmente rosado. En algunos de los cerros altos y en algunas lomas se ocultan ó se cubren estas rocas por lavas basálticas y brechas de tezontle, cuyo contacto con las brechas rhyolíticas se puede observar fácilmente en los cortes hechos para el paso del ferrocarril Central. La formación basáltica abarca una grande extensión al O. de la ciudad de Querétaro en las lomas de Apaseo, Estancia de las Vacas, cerro del Mirador y hacienda de Cuaxití.

Los cerros que rodean á Apaseo el Alto, característicos por sus mesetas, están formados de rocas vítreas y esferolíticas, dominando una especie de retinita esferolítica de magma perlítico. Rhyolitas menos vítreas que las anteriores se extienden hasta el pueblo de Jerécuaro, cubiertas en muchos puntos por lavas basálticas semejantes á las de Apaseo. En las montañas entre la hacienda del Fresno y el pueblo de Coroneo dominan en general traquitas de grandes cristales de sanidino, las que se cubren cerca de este último pueblo por basaltos semicolumnares y capas de brechas volcánicas que siempre acompañan á estos basaltos que como vemos adquieren en esta región una grande importancia.

En las llanuras de Molinos de Caballero se observan en varios lugares debajo de la formación cuaternaria, rocas de color gris referidas á las obsidianas andesíticas perlíticas, las que cubren cerca de las montañas de Temascalcingo á las andesitasde hornblenda en todas sus variedades como se observan en los cerros de La Cruz, La Olla, etc. En varios lugares como en los cerros de la Huerta y de Solís se cubren también por andesitas de hiperstena más ó menos vítreas. En el trayecto de Temascalcingo á Xilotepec encontramos siempre las andesitas hornbléndicas que dominan en las montañas de Acambay. Cerca de la hacienda de Bondenguí se explotan estas rocas como material de construcción.

En la base del cerro de Xilotopec se encuentran andesitas de hiperstena de color negro.

El cerro de Xocotitlán montaña de 600 metros de altura sobre la llanura que la rodea, es un volcán rodeado por varios pequeños conos en su base y formado de andesitas piroxénicas muy vítreas.

Por último de Xocotitlán á Toluca se atraviesan las llanuras de Ixtlahuaca hasta encontrar la sierra de Toluca, inmediata á la ciudad, en la que dominan las andesitas de hiperstena análogas á las de la sierra de Guadalupe en la cuenca de México.

En lo que respecta á las rocas sedimentarias que cubren las llanuras entre las sierras y montañas antes mencionadas, no puede haber mayor uniformidad. En efecto; las tobas y brechas pomosas se extienden con gran espesor algunas veces atravesados por delgados lentes de aluvión. En la base de estos depósitos y en una capa de toba pomosa se encuentran á veces restos fósiles cuaternarios en general del *Elephas*, mencionando á este respecto como lugares en que se han encontrado: la hacienda del Salitrillo á las inmediaciones de Querétaro y en la llanura de Molinos de Caballero en las márgenes del río de Lerma.

Cerca de Mariscala á 10 kilometros al O. de Querétaro, debajo de las tobas volcánicas cuaternarias, asoman depósitos pliocenos en lechos horizontales, formados, en la parte superior, de una capa semicaolinizada de pedernal blanco y abajo, una serie de capas de toba caliza compacta y semicristalina á veces alternando con delgadas capas de pedernal.

En la formación cuaternaria de tobas pomosas, brechas pomosas y aluvión que se extiende en toda la parte plana del valle de Toluca encontramos intercalados en algunos lugares capas de muy variados espesores de trípoli blanco. Este mismo trípoli viene en gruesas capas cerca del pueblo de Ixtlahuaca de donde se extraen trípolis muy puros. También cerca de las márgenes de la laguna de Lerma se encuentran delgados lechos de tobas y arcillas mezcladas con restos numerosos de infusorios de especies vecinas á las que forman el trípoli de Ixtlahuaca.

TULA.—JACALA.

La dirección general del itinerario seguido fué de N. á S. abarcando casi de un extremo á otro el Estado de Hidalgo en su porción occidental y siguiendo en un largo trayecto el río de Tula. Este río formado por las aguas del río de Cuautitlán y de Tepeji, pasa muy cerca de las faldas de la gruesa sierra de Jilotepec, dependencia de la serranía mencionada en nuestro itinerario anterior y de cuyas ramificaciones nacen pequeños afluentes que aumentan el caudal del río de Tula. Al E. de la población de este nombre se extiende una vasta llanura, limitada al S. por los cerros de Apaseo y la sierra de Rincón de Guadalupe; al N. por varios cerros aislados y por el E. se prolonga hasta el valle de Actopan. Entre los cerros al E. del río de Tula citaremos un pequeño cerro distante 15 kilómetros de Tula, llamado el cerro Xicuco y cerca de Mixquiahuala el cerro del mismo nombre á cuyo pie corre el río. Entre Ixmiquilpan y Mixquiahnala el río corre en un ancho valle limitado al E. por una parte de la sierra de Yolotepec y al O. por cerros aislados que limitan pequeñas llanuras y valles altos que se prolongan en todo el distrito de Huichapan.

Al N. de Ixmiquilpan comienza la sierra de Zimapán, notable por sus importantes criaderos minerales y la grande altura de sus montañas. Esta poderosa sierra se halla limitada al S. por el río de Tula. al O. y N. por el río de Moctezuma donde una profunda cortadura separa esta sierra de la sierra del Doctor y por el E. la limita el río de Amajac que nace en las montañas del Chico y lleva las aguas del río de Velazco de las faldas orientales de la sierra de Pachuca.

La sierra de Zimapán se halla muy ramificada y sus partes de muy diversa dirección. En la parte N. y junto al río de Moctezuma se extiende paralela á este, es decir, de S.O. á N. E. la sierra de Jacala que se enlaza al ramal de sierra propiamente de Zimapan unida al N. E.con la sierra de la Encarnación cuya cima principal es el cerro de Cangandó. La porción oriental de la sierra de Zimapán está formada por las sierras de la Bonanza, la Pechuga, etc. Todas estas sierras en su conjunto afectan una dirección de N.O. á S.E., casi puede decirse la misma que afecta la sierra de Pachuca con la que se ligan un poco más allá de los cerros de los Organos de Actopan.

En los cerros próximos á Tula se encuentran en abundancia las rhyolitas de color rojo pardusco como en el cerro del Ocote, encontrándose cerca de su base obsidiana perlítica de color gris. En los cerros de S. Ildefonso, como rocas anteriores á las rhyolitas hemos visto andesitas de hornblenda muy alteradas cubiertas en su base por gruesas capas de margas de variados colores contemporáneas de las margas pliocenas del río de Tequixquiac y que cubren al Cretáceo de Apasco, es decir, á las calizas de *hippurites*. En el fondo del río de Tula se ven las margas cubriendo á pizarras calizas plegadas que corresponden al piso superior de las calizas de Apasco.

Las rocas rhyolíticas de Tula se hallan cubiertas por gruesas corrientes de

lavas basálticas muy cargadas de olivino, como las que forman los cerros de la Malinche y del Tesoro muy inmediatos á la población.

La formación de pizarras es bastante extensa y se descubre en varios puntos, entre otros en el arroyo de San Lúcas, donde alternan con areniscas apizarradas y se hallan diversamente plegadas.

En el lugar llamado Salitrillo al E. de la población, se encuentra una toba caliza cerca de un manantial y arcillas ferruginosas envolviendo capas delgadas de selenita en cristales. Al S. y S. E. de Tula prosiguen las margas terciarias y tobas volcánicas pliocenas cubiertas por corrientes de basalto, con estructura columnar, coronando lomas de poca altura y fraccionadas las corrientes por efecto de la erosión. Las margas apoyan sobre las calizas cerca del rancho de Bata observándose lo mismo al N. de la hacienda del Salto. Las tobas volcánicas se extienden en las llanuras al O. de Tula y se prolongan hasta Actopan cubriendo en general toda la planicie. El cerro Xicuco entre Tlahualipa y Tula se halla formado de rhyolitas vítreas y brechas de rhyolita con estructura columnar como se observa en los acantilados que coronan su cima. De Tlahualipa hacia el N.E. se llega de nuevo al río de Tula, que pasa al pie del elevado cerro de Mixquiahuala formado de calizas apizarradas algo arcillosas que producen cales medianamente hidráulicas. Las calizas pizarras se hallan cubiertas en su base por corrientes de basalto y productos volcánicos produciendo un ligero metamorfismo en su contacto. En el camino de Mixquiahuala á Ixmiquilpan aparecen de nuevo las tobas volcánicas que se mezclan á los aluviones y arcillas en la proximidad del río de Actopan cerca de Tasquillo pero se hallan interrumpidas y mezcladas á una brecha caliza al pie de las montañas de Yolotepec que están formadas de calizas cretáceas.

En los cerros de poca elevación inmediatos á Ixmiquilpan se encuentran rhyolitas, tobas y algunas andesitas hornbléndicas, unas y otras á veces cubiertas por corrientes de basaltos negros y tezontles. Ya en la margen derecha del río de Actopan que pasa por Tasquillo y en camino para Zimapan, largos estribos de la sierra de este nombre formadas de rocas eruptivas (andesitas y basaltos) se atraviesan para llegar á las montañas inmediatas á Zimapán, formadas de calizas cretáceas cuya formación constituye casi la totalidad de la sierra entre los minerales de Zimapán, Encarnación, Pechuga y Jacala, interrumpidas en diversos puntos por rhyolitas como cerca de Zimapán, por dioritas cuarcíferas en la Encarnación y por granulitas en Xacala, las que se extienden hasta los límites del Estado de Hidalgo en el río de Moctezuma.

Los criaderos minerales de Zimapán producen en general metales plomosos que ocupan grandes é irregulares cavidades del tipo de llenamiento de grutas.

En Xacala se encuentra en general el mismo tipo de criaderos y en las montañas de la Encarnación, dependientes del macizo de Cangandó, se presentan grandes masas filonianas de minerales de fierro (magnetita y hematita) en el contacto de las calizas con *Nerineas* y las dioritas cuarcíferas terciarias con el correspondiente metamorfismo en el contacto que produce calizas blancas granudas.

En S. José del Oro y Flojonales inmediatos á la Encarnación la magnetita viene acompañada de minerales de cobre con alguna ley de oro. En la parte superior del contacto, entre las calizas y dioritas se encuentran grandes masas de granate con oro nativo y pintas de minerales de cobre.

Jiménez.—Allende.

La región que comprende este itinerario abarca parte de los dos Distritos S.E. del Estado de Chihuahua, Jiménez y Allende.

En la región oriental de Jiménez, es decir, hacia los límites del Estado de Chihuahua con Coahuila, se extienden los desiertos y llanuras del Bolsón de Mapimí, región que se caracteriza por lo escasez de lluvias y corrientes de agua; por la exigua vegetación y por ser llanuras solamente interrumpidas por pequeñas sierras diversamente orientadas y muy distantes entre sí. Por el contrario, al O. de Allende comienzan á presentarse los primeros estribos de la Sierra Madre, ya de bastante importancia al O. de la población minera del Parral, cabecera del Distrito de Hidalgo.

A 25 kilómetros al E. de Jiménez se encuentra la sierra de Chupaderos, último macizo importante que limita al O. las grandes llanuras del Bolsón, que se interrumpen en esta región por tendidas lomas, cerros aislados como las Tetas y á gran distancia la sierra del Diablo, la Sierra de Cañas, la Sierra Mojada, esta última notable por sus yacimientos plomo-argentíferos. Al O. de Jiménez se presentan más próximas entre sí las sierras que limitan el valle en cuyo fondo corre el Río Florido, que nace en las montañas limítrofes con el Estado de Durango, recibe varios afluentes cerca del pueblo de Río Florido, pasa por Sta. Rosalía después de recibir las aguas del río del Parral y corre después hacia el N. con el nombre de río Conchos.

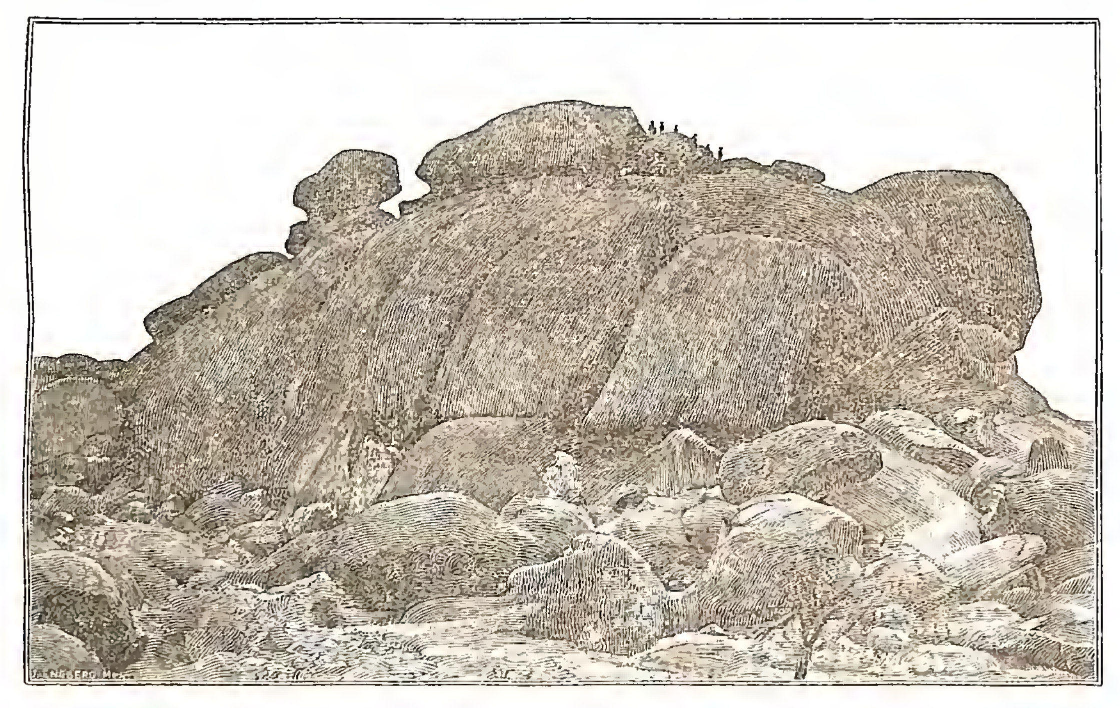
De las sierras importantes que podemos mencionar en la región de Jiménez citaremos la sierra de las Adargas al N. E., la sierra de Los Reyes al S., la interesante sierra de Peñoles al E. de Allende, la sierra ó de Río Florido y el elevado picacho de Balsequillo al S.E. del Parral. En las llanuras que separan estas sierras y las que se dilatan más al E. de Chupaderos, se encuentran gruesos depósitos de aluvión con cimento arcilloso, que por su compasidad pasan casi á conglomerados; también hay depósitos de arcillas producto de la sedimentación de las aguas de los grandes lagos que se extendían en otro tiempo y cuyos restos ahora ocupan áreas limitadas en las actuales depresiones del Bolsón de Mapimí. Aluviones modernos ocupan las márgenes de los arroyos afluentes de Río Florido, así como depósitos limosos. El material que domina en estos aluviones en general es de cantos de caliza fétida, que ha sido transportada de las montañas vecinas, en las que dominan en general las calizas cretáceas.

Las calizas vienen en gruesas capas estratificadas, las que encierran en varias regiones criaderos minerales de muy variada importancia. En la sierra

de Las Adargas se presentan criaderos en cavidades ó relleno de grietas con minerales plomosos donde dominan las galenas y carbonatos de plomo, también criaderos irregulares de minerales de cobre, los que se encuentran en la sierra de los Reyes, como criaderos de contacto entre las calizas más ó menos metamorfizadas y una roca eruptiva post-cretácea. El relleno de estos criaderos de contacto es calcita con malaquita irregularmente diseminada; en la superficie á la calcita acompañan silicatos de metamorfismo, tales como el granate ferrífero y la epidota que se asocia al hierro espejado.

En la sierra de Río Florido se encuentran criaderos de contacto ó masas filonianas de hierro (magnetita) y criaderos de oro de muy pequeña importancia industrial. El metamosfismo en las calizas por esta acción de contacto con rocas eruptivas, ha producido grandes masas de caliza sacaroide de buen aspecto como mármoles.

Las rocas eruptivas post-cretáceas asociadas á las calizas, son en general granulitas de variados aspectos, de las cuales mencionaremos las granulitas porfiroides de la sierra de los Reyes con feldespato en grandes cristales de color rosado. Estas granulitas están cortadas por diques de dioritas de grano fino. Las calizas de Chupaderos se asocian á rocas muy silizosas con aspecto de rhyolitas. En las lomas de Santa Ana, al W. de Jiménez, se presentan rocas granulíticas de grandes playas de cuarzo y ortoclasa, cimentados por un magma microfeldsítico como en los microgranitos En la Sierra de Río Florido también se encuentran granulitas y dioritas cuarcíferas que son las dominantes. El Picacho de Balsequillo está formado por una granulita rodeada en su base de pizarras arcillosas muy plegadas que descansan sobre las calizas.



"Los Peñoles."—Rancho de Peñoles.—Distrito de Allende.—Chihuahua.

(De una fotografía por B. Muñoz y E. Ordóñez.)

Harémos especial mención del curioso grupo de montañas de granulita de Peñoles que afectan las más caprichosas formas producidas por la erosión. Estas granulitas están cortadas por diques de una pegmatita con grandes cristales verdes de microlina.

En las inmediaciones de Jiménez han sido encontradas muy grandes masas de fierro meteórico, las que fueron transportadas á la Escuela de Ingenieros de México.

Las dos más grandes holosideritas fueron encontradas al pie de la vertiente oriental de la sierra de Chupaderos á la distancia de 250 metros una de otra, y en dirección casi N.S. Estas colosales masas debieron formar una sola á juzgar por las superficies de fractura que poseen, habiéndose separado fragmentos más pequeños que han sido encontrados en su proximidad. La mayor holosiderita se encontró yaciendo en una pequeña depresión ó cavidad que ha debido practicar en el momento de su caída. Las otras dos masas fueron transportadas aunque á corta distancia del lugar donde cayeron á las haciendas de San Gregorio y Concepción, por lo que han recibido dichas masas esos nombres con los que son conocidas.

Ponemos á continuación los pesos de estas grandes masas meteóricas obtenidos por pesadas directas:

Holosiderita	grande	de	Chupaderos............	14,114	kilos
Idem	chica	„	ídem...............	6,767	„
Idem		„	San Gregorio..........	10,100	„
Idem		„	Concepción............	3,325	„

———

ITINERARIOS GEOLOGICOS DE JOSE G. AGUILERA.

Estado de Puebla y Tlaxcala.

El Estado de Puebla y el Estado de Tlaxcala que geofrágica y geológicamente es una dependencia del primero, ocupan la esquina S.E. en la Mesa Central, y sus límites geográficos coinciden en un gran tramo al N. y en todo el E. y S. casi en todos sus detalles con los límites naturales de la gran Mesa Central.

El territorio del Estado de Puebla se compone de una gran porción central, relativamente plana, que se inicia al O. y N.O. de los Estados de Hidalgo y Tlaxcala, que se debía denominar con propiedad la región de los llanos, de la cual forma parte muy importante por sus dimensiones, belleza y riqueza el valle de Puebla, y con una extensión superficial de más de 4,000 kilómetros cuadrados se liga al N.E. con las llanuras de Perote del Estado de Veracruz, prolongándose al S.E. por medio de los valles de Tecamachalco y Tehuacán en un sentido, y por los de Atlixco, Matamoros y Chiautla en otro, remata en la región montañosa de Oaxaca y de Guerrero; por el E. se continúa por las llanuras de San Andrés hasta el borde de la Mesa, y por el O. termina en la falda oriental de la sierra Nevada. Esta gran porción de llanuras esta sembrada en algunos tramos de colinas aisladas ó agrupadas de diferentes maneras, pequeñas sierras y verdaderas montañas aisladas. Al N. está cerrada por la sierra de Puebla, que con una anchura aproximada de 50 kilómetros se extiende desde Tulancingo hasta el N. de Perote y forma la barrera saliente de la Mesa Central, dando comienzo en su vertiente N. y en su extremidad oriental al descenso rápido á las llanuras de la costa del Golfo de México.

De la región montañosa de Oaxaca se desprenden la sierra de Zongolica, prolongación de la sierra de Tuxtepec y Villa Alta, que se continúa por Orizaba y el Cofre de Perote para unirse al contrafuerte de la sierra de Puebla; la sierra de Zapotitlán, que desprendiéndose de la Mixteca Alta pasa por la Mixteca Baja y se continúa hasta ligarse con la Sierra Nevada, que sólo viene á ser un eslabón septentrional de la Cordillera de Anahuac que avanza

por el O., un eslabón importante que forma la sierra de Tentzo y se continúa por la de Amozoc para unirse con el contrafuerte que forma la sierrita de Acajete, en la cual y en su extremo se levanta la Malinche, volcán ya destruído en su tercio superior, compuesto de arenas y productos triturados y cerca del cual se levanta el volcán extinguido de Acajete, que conserva todavía su cráter.

Esta porción de la Mesa Central que hemos llamado región de los llanos de Puebla, está cubierta en toda su extensión plana por productos volcánicos; ya son arenas sueltas que alcanzan espesores considerables en el llano de San Andrés y proceden de erupciones del Citlaltepetl y Sierra Negra; ya son cenizas y arenas volcánicas de las erupciones de la Malinche y el Acajete; ya las tobas volcánicas más ó menos arcillosas y resistentes con sus intercalaciones de capas de arena volcánica aglutinada, *xalnene*, que alcanzan centenares de metros de potencia en la parte N. del Estado de Puebla; ya, en fin, las arenas y cenizas que el Cofre de Perote y las Derrumbadas lanzaron en lluvias abundantes y repetidas que cubrieron la región de San Juan de los Llanos y los llanos de Perote. Todas estas arenas son pomosas y varían en sus dimensiones desde sumamente finas y más ó menos transformadas en arcillas, hasta tener el tamaño de un garbanzo y más, presentando entonces perfectamente claros los caracteres todos de la pómez andesítica de las erupciones de todos estos volcanes.

En el valle de Puebla, propiamente dicho, las tobas predominan y sólo se encuentran las arenas pumíticas cerca de los volcanes, como la Malinche, el volcán de Acajete, el Tecajete por el rumbo de Atlixco. En la parte superior del valle y cerca de la ciudad, se encuentran grandes depósitos de toba caliza (caliza incrustante), que han sido originados por los sedimentos químicos de los numerosos manantiales termales sulfurosos que existieron desde á principios del Cuaternario, y de los cuales persisten todavía algunos muy interesantes. De todos estos manantiales, era el más interesante por su importancia, así como por su naturaleza, el que hoy se halla extinguido y se conoce con el nombre de Cuexcomate. Era este un geysser calcalífero que lanzaba sus aguas á alturas considerables y que al caer se derramaban para ir á mezclarse con las aguas del río Atoyac, abandonando en su trayecto el carbonato de cal que traían en disolución, formando las gruesas costras de piedra de cal (toba caliza) que desde la boca del geysser se encuentran en la actualidad hasta una gran distancia. El depósito de caliza que tenía lugar en la boca del geysser, formó el pilón ó cono hueco que hoy se levanta sobre la llanura conservando todavía en el fondo agua sulfurosa en muy corta cantidad, en la cual se perciben de tiempo en tiempo las burbujas que forman el ácido carbónico y el ácido sulfhídrico al desprenderse.

El vulcanismo del cual son las últimas manifestaciones los manantiales termales de Puebla, ha tenido una participación enorme en la configuración del suelo de toda la vasta porción de llanuras de que nos venimos ocupando, y puede decirse que, á partir de fines del período cretáceo en que terminaron la

mayor parte de los movimientos que dieron origen á la formación de las numerosas sierras, compuestas de rocas sedimentarias, que se hallan repartidas en el territorio de Puebla y límites de Veracruz y Oaxaca, la historia física de toda esta región, es la historia de las diferentes y grandiosas manifestaciones de la dinámica interna que dieron origen á las Derrumbadas, Cofre de Perote y Malinche, primero; al Popocatepetl, Citlaltepec, volcán de Acajete, y cerros de los Zapotecas después, y finalmente al volcán de Tecajete, al Malpaís entre San Juan de los Llanos y Tezintlán y al volcán de las Vigas. Entre estos tres grandes períodos de actividad volcánica, se verificaron manifestaciones de vulcanismo de menor importancia, por afectar extensiones de terreno menores y dar origen á la formación de volcanes secundarios dependientes ó satélites de los principales enumerados. Así, entre el primero y segundo período, al Cofre de Perote sucedió la Sierra Negra; á la Malinche siguieron el volcán de Amaluquilla hoy reducido á una pequeña eminencia, y para terminar el primer período los volcancitos que formaron las colinas de Guadalupe y Loreto, los que forman el cerro de Tepoxúchil y el Cristo y la pequeña colina de Amalucan, la de Totimehuacán, etc.; en la región de las Derrumbadas, entre el primero y segundo periodo de máxima actividad, se formaron los volcanes de Pizarro y los de las inmediaciones de Tepeyahualco. Entre la segunda y tercera grandes manifestaciones, aparecieron el volcán de San Ambrosio en Tlaxcala, cerro de San Miguel en Atlixco, cerro de Tlacotepec entre Tecamachalco y Tehuacán, etc.; y después de la última gran manifestación, aparecieron los cráteres-lagos ó *xalapascos*, que los extranjeros llaman *maaras*, de Aljojuca, Alchichica, Xalapasco, la Preciosa, Atexcaqui, Quechulac, Tecuitlapa y Cañada de Morelos, que forman en la actualidad el complemento de los manantiales termales.

El volcán extinguido de Ocelotzin en la Municipalidad de la Cañada los del Gavilán junto á Caltepec y el de San Pedro Azumba, parecen haber sido formados en el orden que los he enumerado entre las primeras y segundas manifestaciones principales del vulcanismo del Estado de Puebla.

En las inmediaciones de Totimehuacán las calizas cretáceas compactas desprovistas de fósiles tienen un rumbo medio N.E. con inclinación de 85°. La andesita de los cerros de Tepenené y de cerca de Totimehuacán corta á la caliza y la cubre metamorfizándola, produciendo este metamorfismo de contacto la transformación de la caliza en mármol común jaspeado de colores gris y pardo rojizo de Sto. Tomás Chiautla, mármol que se emplea en los enbaldosados y en los revestimientos de muros de la ciudad de Puebla. Esta roca eruptiva ha hecho su aparición siguiendo la dirección media del rumbo de las capas de caliza.

Entre los cerros que limitan al río Atoyac al N. de Totimehuacán y Sto. Tomás Chiautla se descubre debajo de la toba, un complexus de capas de pizarra caliza con rumbo E. O. é inclinación de 28° al S. La toba volcánica que cubre á estas pizarras está depositada en capas de diferente compacidad que alternan unas con otras pero todas son pomozas en mayor ó menor grado. Si-

guiendo hacia el N. y N.E. continúan las calizas cretáceas de la Sierra de Amozoc que al S. se continúan con las de Tecali y Molcaxac pero que en la sierra de Amozoc están cubiertas y atravesadas por andesitas y basaltos; por la primera clase de estas rocas en Amaluquilla y por la segunda en la falda N. de la Sierrita de Amozoc cerca de Chachapa, en cerro de Tepoxúchil, loma de la hacienda del Cristo; en San Pedro Sacachimalpa la caliza queda debajo de toba volcánica de fines del Terciario y cerca de Amozoc una brecha de destrozos de basalto oculta junto con las tobas á la caliza cretácea.

A causa quizá de la acción de metamorfismo á que ha estado sujeta esta caliza y también por la erosión que ha obrado sobre ella con mucha actividad se debe que esté casi destituída de fósiles; y después de muchas excursiones hechas en todos sentidos en esta sierrita, sólo he encontrado del lado de la hacienda del Cristo y cerca del Jagüey del Charro, fragmentos de rudistas perfectamente bien caracterizados por la estructura peculiar de las conchas de esta clase de animales que no dejan duda alguna respecto de la edad de estas calizas, que deben pertenecer por la presencia de estos restos fósiles á la división que hemos denominado Cretáceo Medio en México y la cual corresponde aproximadamente á los pisos Cenomaniano y Turoniano franceses ó sea á las divisiones Fredericksburg y Wachita del Cretáceo de Texas.

Tlaxcala.

La ciudad de Tlaxcala está situada en un pequeño valle secundario tributario del gran valle de Puebla, á una altura de 2310 metros sobre el nivel del mar. Este pequeño valle está limitado al E. y S. por lomeríos de tobas volcánicas, y ha sido formado por la erosión de las aguas que se reunen con el nombre de río Sahuapa. Limitan en segundo término el valle de Tlaxcala los cerros de San Juan Totolac, Blanco y S. Francisco Temetzontla. La población está rodeada por lomas de 40 á 60 metros de altura que se unen las unas á las otras. Estas lomas están formadas de tobas volcánicas de color pardo rojizo, que parecen haber provenido de las erupciones de la Malinche, volcán extinguído, situado al E.N.E. de la ciudad y en cuya falda se extiende una gran parte del territorio del Estado de Tlaxcala.

Las corrientes de agua que bajan de los lomeríos del E.N.E. se reunen para formar el río Sahuapa, que hace una curva en su curso al E.N.E. para juntarse al río de San Martín Texmelucan y reunidos descienden por las orillas de la ciudad de Puebla con el nombre de río Atoyac.

A 1 kilómetro de Tlaxcala al O., se halla el pueblo de S. Juan Totolac á una altura de 2270 metros en la falda de una loma que corre de N.E. á S.O., compuesta de basalto en corriente y en la cima Xalnene (capa de arenas volcánicas aglomeradas), que se apoyan en margas blancas que á su vez descansan en tobas volcánicas.

Esta corriente de basalto terciario que se ve adelante cubierta por tobas

volcánicas iguales á las del cuaternario del valle, parece haber venido del N. O. y como en esa dirección y á corta distancia se encuentra el cerro de San Ambrosio, que está formado de la misma clase de roca, es seguro que esta corriente proviene de la última erupción lávica que tuvo este volcán, cuyo cráter y cono de cenizas han sido destruídos, quedando solamente la porción rocallosa del volcán.

Caminando más hacia el N.N.O, se descubren las margas contra las cuales y cubriéndolas en la parte baja se apoyan las tobas que cubren á la corriente de basalto y que son idénticas á las tobas de la superficie del valle de Puebla. Estas margas forman cerros bastante elevados constituídos por capas de poco espesor, comúnmente de 0m50 como espesor máximo, que se hallan en posición casi horizontal, pues su echado no pasa por termino medio de 4° hacia el S.E. Las tobas yacen en estratificación discordante sobre las margas.

Estas margas son terciarias y probablemente corresponden á todo el Plioceno; en sus capas superiores se encuentran numerosos fragmentos de tallos de plantas petrificados transformados en jilolita y jilópalo. En las más altas de estas capas sólo he visto restos de Equus, de Mastodon y Elephas que probablemente son del Plioceno Superior ó cuando más del Pleistoceno, mientras que debajo desaparecen los vertebrados y sólo se encuentran los troncos petrificados. Estos tallos pertenecen á plantas superiores muy próximas del género Araucarioxylon. Debajo de estas capas con jilolita y jilópalo viene un grupo de capas de margas de colores claros muy poderoso en el cual no se han descubierto fósiles.

Puebla.—Tehuacán.

Desde la ciudad de Puebla hasta la de Tehuacán se extiende un valle longitudinal dirigido de N.O á S.E., que tiene una pendiente bastante suave y cuya uniformidad sólo se interrumpe al S. de la ciudad de Tehuacán, en donde el fondo del valle tiene algunos escalones, verdaderos saltos de unos cuantos metros, que permiten alcanzar en poco tiempo los terrenos templado-cálidos y cálidos. La anchura de este valle experimenta en todo su curso un ensanchamiento gradual á medida que se aproxima uno á Tehuacán, para sufrir desde allí un estrechamiento bastante rápido. El fondo de este gran valle está formado por tobas y arenas volcánicas que son sustituídas gradualmente hacia el S. por arcillas margosas que constituyen el diluvium de esta parte, cuyas arcillas descanzan en tobas calizas, caliza incrustante, que forman el subsuelo en casi toda la mitad S. del valle.

Hállase comprendido este valle entre la serranía de Tentzón, que como he dicho antes es uno de los principales eslabones de la Cordillera de Anahuac y las sierritas de Tecamachalco, etc., al N.E., y al E. y S. lo limita la sierra de Zongolica. Toda la cordillera de Anahuac está formada por grandes anticlinales y sinclinales cretáceos, compuestos de caliza compacta gris cenicienta, fétida y fosilífera en la parte superior y de pizarras calizas margosas y arci-

llosas en algunos puntos fosilíferas que vienen debajo. El espesor de estos dos grupos de rocas es muy variable alcanzando el superior, que corresponde al Cretáceo Medio, más de 600 metros de potencia cerca de Zapotitlán, Tepexi y Molcaxac y teniendo el grupo inferior una potencia superior á 1,000 metros.

Este gran valle longitudinal se ha formado á consecuencia de los movimientos orogénicos de la región y en su tramo septentrional, aunque rellenado á gran altura por los depósitos móviles volcánicos, parece estar constituído por un gran sinclinal, mientras que en el valle de Tehuacán propiamente dicho tiene todos los caracteres de un valle de fractura bastante claramente indicados. La fractura que dió origen al valle de Tehuacán sigue la misma dirección que la sierra de Zongolica y se conservan en la vertiente occidental de esta sierra grandes tramos de fallas con vista al O., que han dejado en las cimas de la sierra la caliza compacta del Cretáceo Medio que en la parte occidental del valle viene á formar el asiento del valle, produciéndose así un salto de algunos centenares de metros.

Es digno de llamar la atención que en la sierra de Zongolica no se encuentre debajo de la caliza compacta el grupo de pizarras y areniscas del Cretáceo Inferior, que en la Municipalidad de Zapotitlán está tan bien desarrollado; grupo que he visto también en el Distrito de Tepexi. Esta sobreposición de la caliza á las pizarras micáceas y arcillosas, se presenta también en Tepeaca, y quizá suceda lo mismo en la sierrita de Amozoc, dada la proximidad y continuidad de esta sierrita con la de Tepeaca, pero no me ha sido posible ver en el terreno esta sobreposición. En el cerro de Tepeaca las calizas están metamorfizadas, han transformádose de calizas compactas grises en calizas granudas de diversos colores, debido á los diferentes estados de oxidación del fierro que las tiñe. Estas calizas metamorfizadas hasta una distancia relativamente corta, descansan en pizarras micáceas teñidas por el óxido de fierro.

La falta del grupo de areniscas y pizarras de Cretáceo Inferior en las sierras de Zongolica y de Tepeaca, es en nuestro concepto una prueba de que las formaciones de ambas regiones fueron depositadas en condiciones físicas semejantes, y de que los mares del Cretáceo Inferior no cubrieron las formaciones de pizarras en estos puntos, habiéndolo hecho las aguas del Cretáceo Medio. Esta igualdad de formaciones y de condiciones de yacimiento de dichas formaciones en puntos que hoy se encuentran en los dos bordes del valle longitunidal de Tehuacán á niveles muy diferentes, conservándose con gran espesor las calizas del Cretáceo Medio de Tepeaca y desgastadas hasta verdaderas lajas ó costras en la sierra de Zongolica al S., indican, que no obstante estar hoy borradas la comunicación y continuidad de las fracturas que están manifiestas al S., éstas existieron también al N. del valle, y que se puede aceptar que todo él fué en su origen un valle de fractura, si bien ésta se acentuó mucho más al S.

De Tehuacán á Zapotitlán de las Salinas.—Hasta Coapa, que forma el límite del valle, sólo se ven las tobas calizas y las arcillas del Cuaternario Recien-

te. Desde Coapa empiezan los lomeríos de la sierra de Zapotitlán, formados por capas de calizas y caliza margosa plegadas, formando anticlinales numerosos y pequeños que tienen su mayor pendiente hacia el O., es decir, hacia el interior de la serranía. La caliza cerca de Coapa, antes de llegar á la cumbre del Zopilote, forma capas de poco espesor, está ligeramente metamorfizada por dinamo-metamorfismo, teniendo un rumbo N. 70° O. con echado de 16° al N.E. Esta caliza es de color amarillento y está desprovista de fósiles. Estas capas pertenecen al alero occidental de un anticlinal desgastado, por cuyo eje corre en la actualidad un talweg que con dirección N.E.-S.O., lleva las aguas de estos lomeríos al río Salado. Continuando el ascenso se pasa á un sinclinal cuyo fondo forma hoy la meseta que corona la parte alta del cerro. Al empezar el descenso de la cuesta, se ve un dique de andesita de hiperstena muy alterada, que corta á las calizas en una longitud de 150 metros con rumbo N.O.-S.E., teniendo una anchura máxima de 50 metros. Estas calizas llevan cintas de nódulos de pedernal de color negro (cacalota) y están destituídos de restos fósiles. Debajo de estas capas de calizas vienen alternando con ellas capas delgadas de margas calizas blanco-amarillentas, también sin fósiles, las cuales descansan en pizarras plegadas y onduladas que llevan lechos de fósiles muy abundantes.

La población de Zapotitlán está situada sobre estas pizarras y las aguas que circulan por ellas son saladas, siendo la explotación de la sal en las numerosas salinas de los alrededores de la población, la industria única de la localidad.

El valle de Zapotitlán, bastante profundo, es un valle de erosión, en el cual han sido desgastadas casi en su totalidad las calizas compactas, que forman un conjunto de capas de más de 500 metros y que hoy se conservan en los elevados cerros que circundan el valle. Por esta razón en Zapotitlán y en el fondo del vallecito se encuentran solamente las pizarras y areniscas del Cretáceo Inferior, que vienen debajo del poderoso grupo de calizas compactas que coronan las eminencias.

El fondo del valle de Zapotitlán de las Salinas está formado por una sucesión de numerosos pliegues de pequeñas dimensiones, rotos á veces y todos irregularmente desgastados por la erosión; debiéndose á este desgaste de los pliegues el que las capas de pizarras, casi verticales, varien á cada momento de echado. Como es natural, en un terreno tan plegado se presentan fallas de poca importancia, bastante próximas, que han sido originadas por fractura por presión en los pliegues, pero no se descubre falla alguna de importancia en que el salto sea siquiera de algunos metros.

De Zapotitlán á San Juan Raya y San Martín Atexcal.—Zapotitlán, situado en la falda septentrional del cerro de Natucho, se halla justamente en la zona de contacto de dos formaciones de naturaleza petrográfica diferente. La formación inferior que se extiende hacia el O. con predominio siempre creciente y adquiriendo un espesor total cada vez más grande, corresponde al Cretáceo Inferior. Está constituída por areniscas y pizarras en lo general verdo-

sas, y sólo en algunos puntos las pizarras son de color gris. Las areniscas son calcáreas y recuerdan por su aspecto á la arenisca llamada quadersandstein; como ella, se suddivide en bloks prismáticos de base cuadrangular y muy frecuentemente rómbica. El grano es en lo general fino, y vienen intercaladas delgadas capas de brechas cuarzosas de pequeños elementos.

Estas areniscas y las pizarras verdes que con ellas alternan, se presentan onduladas y plegadas, estando en este último caso destruídas las bóvedas y crestas de los pliegues, circunstancia que hace que aparentemente tenga este grupo de capas descubierto un espesor superior al verdadero. Con esta disposición se continúa la formación hasta la Ranchería de San Juan Raya y prosigue hasta quedar cubierta de nuevo por las calizas compactas del Cretáceo Medio, en las inmediaciones de Santo Tomás, Magdalena y Atexcal.

Las areniscas y pizarras son fosilíferas y contienen una enorme cantidad de fósiles invertebrados, repartidos en numerosas capas, á veces separadas unos cuantos centímetros una de otra por pizarra sin fósiles.

Desde unos cuantos kilómetros á la salida de Zapotitlán empiezan á encontrarse, dispersos sobre el suelo, corales y esponjas fósiles; los primeros muy abundantes, y una investigación cuidadosa permite descubrir los crestones ó cabezas de las capas fosilíferas que en tramos están cubiertas por delgadas capas de tierra vegetal, y en otros completamente descubiertas. En la barranca del Burro se ven poderosas capas de caliza fosilifera intercalada entre las pizarras y areniscas, y estas capas folisíferas se presentan en mejores condiciones para su estudio en las barrancas de San Juan Raya.

Para dar una idea de la importancia de esta formación que corresponde al Cretáceo Inferior de México pongo á continuación un corte que hice en una de las principales barrancas, en la cual esta formación alcanza más de 300 metros de potencia.

Corte de la barranca del Tecolote en las inmediaciones de la Ranchería de San Juan Raya en la Municipalidad de Zapotitlán del Distrito de Tehuacán, Puebla.

	Espesor. m
Reciente	2.00
Lecho de Glauconias, dominando entre ellas la especie G. Bustamanti (Galeotti)	0.08
Pizarras y areniscas verdes	3.80
Capa de Glauconias, dominando la G. Bustamanti (Galeotti)	0.13
Areniscas verdes de grano fino	13.50
Lecho de Ostreas entre las cuales predomina la Ostrea acuticosta Galeotti, Aguileria sp. nov., Cardita sp., Exogyra sp. nov. y Holaster sp?; estas últimas, especialmente el Holaster, son muy escasas	0.05
A la vuelta	19.56

	Espesor. m
De la vuelta	19.56
Pizarras y areniscas	3.00
Lecho de Ostrea acuticosta Galeotti, y Glauconia Bustamanti y Glauconia nov. sp.	0.05
Pizarras y areniscas	3.80
Capa de Ostrea acuticosta Galeotti	0.45
Areniscas verdes de grano fino	10.00
Capa de Ostrea acuticosta con algunos individuos de Exogyra nov. sp. y Ostrea nov. sp.	0.45
Pizarras y areniscas	13.35
Capita de Ostrea acuticosta sobre arenisca	0.30
Pizarras y areniscas verdes	42.00
Lecho de Glauconias	0.05
Pizarras y areniscas	20.40
Capa de Glauconias con Ostreas dominando la O. acuticosta Galeotti, varias especies de Tylostoma y abundantes puas de Pseudocidaris Saussurei de Loriol	0.30
Arenisca de grano fino con delgados lechos de pizarra	10.00
Capa de Ostreas y Aguileria nov. sp.	1.20
Arenisca	1.30
Capa de Ostrea acuticosta Galeotti	0.50
Pizarras verdes	1.40
Lecho de Glauconias y Nerita nov. sp.	0.08
Pizarras verdes	2.70
Lecho de Glauconias, Ostrea acuticosta Aguileria nov. sp. y Cerithium sp.	0.15
Pizarras y areniscas verdes y pardo-rojizas	8.60
Lecho de Glauconias	0.10
Pizarra verde	1.20
Lecho de Glauconias sp., G. Bustamanti (Galeotti)	0.06
Pizarras	4.00
Glauconias, Ostrea acuticosta, Ostrea nov. sp. y algunos Cerithium	0.10
Pizarras y areniscas	19.00
Lecho de Cyprinas (dos esp.), Glauconia Humboldti nov. sp. y Ostrea acuticosta Galeotti	0.15
Areniscas y pizarras verdes con intercalaciones de pizarra rojo parduzca	9.00
Cyprinas, Glauconias y Ostreas	0.08
Pizarra verde	2.00
Al frente	175.33

	Espesor. m
Del frente	175.33
Glauconia Humboldti nov. sp., Ostrea acuticosta Galeotti, Cyprina (dos esp.), Exogyra nov. sp. y Tylostoma (dos esp.)	0.05
Pizarras verdes y rojizas	1.10
Glauconias y Cyprinas	0.15
Pizarra verde y rojiza	9.00
Glauconias	0.10
Pizarra verde	2.00
Glauconias	0.08
Pizarra verde	9.00
Ostreas dominando O. acuticosta Galeotti	0.45
Pizarra verde	1.20
Ostrea y Glauconias	0.08
Arenisca en bancos gruesos	20.00
Ostrea acuticosta Galeotti, Cyatophora atempa Félix, Aguileria nov. sp., Dendrogyra Mariscali Félix y dos esp. de Glauconia	0.60
Pizarras verdes	1.30
Glauconia Humboldti nov. sp	0.08
Areniscas y pizarras	9.00
Glauconia Bustamanti (Galeotti)	0.10
Areniscas y pizarras	20.00
Glauconia Humboldti nov. sp., y Ostrea acuticosta Galeotti	0.12
Pizarras y areniscas	5.20
Glauconia Bustamante Galeotti, Glauconia Humboldti nov. sp. Ostrea acuticosta Galeotti, Cyprina sp., Tylostoma sp? y Serpula Gordialis var. serpentina Félix; esta última esp. muy escasa	0.06
Pizarra verde	1.80
Glauconias y Tylostomas	0.10
Pizarras y areniscas verdes	8.00
Glauconias y Tylostomas	0.80
Pizarras y areniscas	6.00
Glauconias	0.10
Areniscas y pizarras	15.00
Cyprinas y Ostrea acuticosta con Ostrea nov. sp	0.30
Pizarras verdes	1.00
Glauconias y Cyprinas	0.20
Pizarra verde	1.00
Ostrea acuticosta, Glauconias y Euconacteón nov. sp	0.20
Pizarra verde	6.40
A la vuelta	295.90

	Espesor. m
De la vuelta	295.90
Glauconias y Aguileria nov. sp	0.15
Pizarra y arenisca	8.50
Cyprinas	0.08
Pizarras verdes	4.00
Glauconias, Nerita nov. sp. y Delphínula?	0.10
Pizarras y areniscas	3.70
Glauconias, Ostrea acuticosta Galeotti y Aguileria nov. sp....	0.15
Areniscas y pizarras	7.00
Clauconias y Tylostomas	0.20
Areniscas y pizarras verdes	5.70
Ostrea acuticosta Galeotti., Ostrea nov. sp. Aguilería nov. sp. y Glauconias	0.40
Pizarra	2.60
Glauconias, Delphinula nov. sp. y Ostrea acuticosta Galeotti	0.08
Areniscas y pizarras	4.30
Ostrea acuticosta Galeotti, Ostrea nov. sp., Exogyra nov. sp	0.05
Pizarras pardo rojizas	3.70
Tylostomas, Nerita nov. sp., Cyprina varias sp., Corbis sp? Glauconia (dos esp.), Aguileria nov. sp	0.10
Pizarras verdes	0.75
Tylostomas y Ostreas	0.05
Pizarra y arenisca	3.60
Glauconias y Cyprinas	0.05
Pizarras y arenisca	2.00
Glauconias	0.25
Pizarras verdes	1.50
Cyprinas y Glauconias	0.10
Pizarras verdes	3.40
Glauconia Humboldti nov. sp. y Cyprinas..	0.20
Pizarras y areniscas	7.00
Glauconias	0.20
Pizarra verde	3.70
Glauconias	0.10
Pizarra verde	1.40
Glauconias y Ostreas	0.10
ESPESOR TOTAL	361.11

Esta localidad sumamente rica en fósiles la visité por primera vez en 1882 en compañía del Sr. Castillo y después he estado en 1884 y 1894. Dista muy poco de los lugares visitados por Nyst y Galeotti en 1846 y por Félix y Lenk en 1889. Es la misma formación del Cretáceo Inferior de la cual se han des-

crito numerosas especies de fósiles por Galeotti, White y Félix, pero esta nueva localidad es más interesante por encontrarse en ella manifiesta la sucesión de las capas fosilíferas y poder así conocer la distribución de los fósiles en dichas capas y las especies características de cada capa. Además de las especies que Félix describió y que yo tenía estudiadas desde 1885, pero que no se han publicado por falta de ilustraciones de las tan numerosas especies de esta rica fauna de San Juan Raya, tengo más de cuarenta especies por describir, muchas de las cuales son al parecer especies nuevas y otras son muy cercanas de especies del Cretaceo de España, del de Palestina y de la Provincia de Constantino en Argelia.

En el corte que presentamos no figuran las especies todas citadas por Galeotti y sólo una que otra de las descritas por Félix, pero es debido á que las barrancas son muy angostas, 2 á 4 metros de ancho, y en la barranca del Tecolote en los pequeños tramos descubiertos en el corte de la barranca no se encuentran dichas especies, que se ven en las mismas capas en los cortes de barranquitas vecinas; de manera que no queda duda alguna de que se trata de la misma formación, pues en la colección formada por mi en San Juan Raya he recogido casi todas las especies que en San Antonio de las Salinas encontró el Sr. Félix.

De Zapotitlán á Caltepec, pasando por Xochitepec y los Reyes.— De Zapotitlán á Tilapa pasando por agua del Mixteco formación diluviana con espesor muy débil en el fondo de los vallecitos á los lados y en la base Cretáceo Inferior de la formación de San Juan Raya, dominando las pizarras pero descubriendo en algunos puntos las rocas verdes de San Juan Raya; en las eminencias los bancos de caliza fosilífera del Castillo que hemos referido al Cretáceo Medio con una potencia de más de 80 metros. Las pizarras y areniscas verdosas están plegadas y en desorden. Pasada la barranca de Zapotitlán se ven reventazones de traquitas como la del Calvario, observándose también en el rancho Agua del Mixteco, del otro lado de la barranca.

De Tilapa hasta la cuesta para subir á Xochitepec: formación de acarreo reciente en el fondo de las cañadas; formación Raya en la base de los cerros y formación Castillo en la cumbre; en la cuesta basalto gris y espilitas basálticas con hornblenda.

Cerro de Tuxute, formación del Matzitzi, en la falda formación del Cretáceo.

Cerro de Xochitepec, formación del Matzitzi: arenisca y pizarra alternándose; en la arenisca se encuentran capas de diversos granos. No he encontrado impresiones en la pizarra como las del Matzitzi.

De Xochitepec á Reyes. Hasta la mitad del camino sigue la formación del Matzitzi viniendo después como la tercera parte del resto del camino la formación del conglomerado rojo del Plioceno; sigue el granito hasta la loma inmediata á la iglesia de Metzontla que es de hidromicapizarra arcillosa, de la que se sirven en la localidad para la fabricación de la loza corriente.

De Reyes hasta cerca de la cumbre de la cuesta: granito, granulita é hidro-

micapizarra, ésta en abundancia y cortada por el granito; en la cumbre la arenisca y pizarra del Matzitzi. De la cumbre hasta inmediaciones de Caltepec, brecha roja y verdosa que tiene intercaladas capas de colores verde y rojo, de grano pequeño. Al E. de Caltepec se encuentra el cerro del Gavilán que está formado de basalto, teniendo en la base la brecha roja de destrozos de basalto y toba volcánica. Sigue el basalto á los lados del camino hasta San Luis Tultitlanapa, en donde aparecen capas dislocadas de arenisca cuarzosa con rumbo N. 60° O. é inclinación 5°; inmediatamente después y á los lados cubriendo á esta arenisca se ven los basaltos negro y rojo. La arenisca asoma en la barranca de Tultitlanapa y se liga con la formación del Matzitzi que es de areniscas y pizarras fosilíferas del Triasico Superior. La margen S. de la barranca es de granito así como los lados del S.O. y S.E.

De Tultitlanapa á Atolotitlán sigue la formación de areniscas y pizarras del Matzitzi pero la interrumpe á poco el granito.

Cerro del Matzitzi: Pizarra y psamita con impresiones: encima arenisca gruesa que en parte se tiñe de rojo y alterna con capas de pizarra verdosa sin impresiones; á 190 metros arriba una brecha roja. Las capas están dislocadas descubriéndose la pegmatita en la falda del cerro en varios puntos; el rumbo de las capas es de N. 30° O. con inclinación de 12° S. O. En la cumbre á 1975 metros de altura, caliza compacta fosilífera, no pudiéndose observar el enlace de la caliza con el conglomerado rojo ó con las areniscas y pizarras. El conglomerado rojo descansa en la arenisca gruesa que alterna con las pizarras, siendo estos dos últimos materiales ricos en fósiles en la parte inferior tomando un color verdoso en la parte superior. La arenisca gruesa alterna en capas de 20 á 60 centímetros, pero en la parte superior forma bancos de 3, 5 y 7 metros de potencia entre los cuales apenas aparece una que otra capita de pizarra. La pegmatita de la barranca es en unos puntos enteramente blanca y en otros toma un color verdoso.

De Atolotitlán á Coatepec.—Siguiendo la barranca hasta Río Hondo en la margen derecha, granito, pegmatita y en la margen izquierda, granito pegmatita y diorita. En Coatepec formación Matzitzi con capas de pizarra impregnadas de carbón. No se observa el conglomerado rojo sobre la formación, que en su base se compone de la arenisca que se cortó en Tultitlanapa; encima viene la arenisca gruesa con capas de pizarra intercaladas con impresiones vegetales. Estas capas están muy plegadas, lo cual hace muy difícil la extracción de un ejemplar de impresiones del lecho con buenas dimensiones. A la mitad del camino de Atolotitlán á Coatepec se encuentra en abundancia la diorita afanítica que pasa á esquisto hornbléndico y diorita granitoide.

De Atolotitlán á la cumbre de la Lobera. — Por las dos márgenes de la barranca sigue la formación del Matzitzi. En la cumbre se ven las calizas en la parte superior de los cerros y los cantos rodados y las costras de caliche impiden ver el contacto de las dos formaciones. De la Lobera hasta terminar la cañada del Castillo, formación del Matzitzi y en la cima caliza con fósiles.

De Tehuacán á Nopala. — Formación diluviana en los valles y cretácea en

todas las eminencias. En Nopala se encuentra la pizarra de las Salinas y encima se ve la caliza de fósiles del Castillo; observándose que en ésta abundan más las secciones de Aguilerias y Ostreas que en la caliza del Castillo.

De Nopala á Magdalena Alquizapa. ó Tlatlauquitepec.—Caliza fosilífera del Cretáceo Medio y en la falda de los cerros en las cañadas asoma la pizarra con intercalaciones de bancos de la caliza que une al Cretáceo Medio con el Cretáceo Inferior de San Juan Raya.

De Magdalena á Ixcaquistla. — Caliza hasta llegar á los ranchos de Barragán y después formación del diluvio que se extiende á Nativitas, San Vicente Coyotepec, San Mateo.

De San Mateo á Santa Cruz—Caliza á la salida de San Mateo hasta la bajada para el Zorrillo; esta caliza tiene rumbo N. 30° O. é inclinación de 40° N.E. Debajo de la caliza y en estratificación concordante viene la arenisca margosa de diversos granos. Pasando la cuesta siguen areniscas de diversos granos hasta pasar á una muy gruesa con color rojo dominante. Se ven también capas de color morado ó pardo rojizo. La arenisca continúa hasta la barranca que corta el camino de Sta. Cruz á Totoltepec, en que se ven las areniscas verdes resistentes de San Juan Raya con rumbo E. O. é inclinación 90°. Las dioritas, pegmatitas y granitos forman el suelo hasta Sta. María Concepción Totoltepec.

De Totoltepec á San José Chichihualtepec.—Granito, pegmatita y diorita á la salida, después hidromicapizarra y filades hasta llegar á Chichihualtepec. A la salida de Totoltepec se encuentran filones de hematita que son verdaderas lentes intercaladas entre las pizarras.

De Chichihualtepec á Jolustla y Chazumba.—Micapizarra y filades.

De Chazumba á San José Xaltipa.—Formación del diluvio en el vallecito estrecho, y á los lados; para Azumba y Acatepec, Terciario representado por conglomerado rojo; para el rumbo de Huapanapa en la falda del cerro termina el Terciario siguiendo después micapizarra y filades.

De Xaltipa á San Pedro Azumba.—Formación diluviana en la parte baja y los cerros son de conglomerado rojo terciario.

San Pedro Azumba está situado en la falda de un cerro de destrozos y cenizas volcánicas; es un cono volcánico extinguido compuesto, de lapilli, cenizas, etc. Los cerros inmediatos son también de cenizas, arenas volcánicas y guijarros de basalto que están indicando que á fines del Terciario este lugar fué teatro de grandes manifestaciones de la actividad volcánica.

De San Pedro á Acatepec.—Basalto como hasta la cuarta parte del camino extendiéndose á ambos lados; caliza cretácea hasta las dos terceras partes del camino y después basalto hasta llegar á Acatepec, que está situado en caliche (toba caliza arcillosa) pero debajo se encuentra el basalto. Los cerros al O. y S. son de basalto.

De Acatepec á Carrizal.—Basalto á los dos lados del camino.

De Carrizal á San Sebastián de la Frontera.—Formación Raya, y al llegar á San Sebastián se ve el conglomerado rojo y verde encima de pizarras ver-

dosas como las de Raya. A uno y otro lado del pueblo la misma formación.

De San Sebastián de la Frontera al Llano de Santa Catarina.—Formación San Juan Raya que se extiende hasta la población Santa Catarina. San Martín Atexcal se halla sobre el Cuaternario reciente que descansa en el Cretáceo Medio al cual pertenecen las calizas vecinas.

De Atexcal á San Antonio.—Fomación diluviana.

De Lomas al E. de Atexcal hasta Cipiapa y San Lorenzo, formación diluviana, y de San Lorenzo á Tehuacán toba caliza.

De Atexcal á Magdalena.—Caliza del cretáceo.

De Atexcal á San Mateo.—Caliza y al entrar á San Mateo toba diluviana.

De Zapotitlán á Acatepec.—Pizarras grises arcillosas de color azul claro, y pasada la barranca de Tempexquistle siguen las areniscas verdosas intercaladas entre las arcillosas y encima vienen las calizas. El cerro que está al N.E. de la población de Acatepec, es de caliza cretácea y en su falda se ven las pizarras de la base del Cretáceo Inferior. Al encumbrar para Acatepec se ve un dique de 1½ metros de grueso, completamente vertical, de basalto verdoso que en algunas partes cambia á rojizo.

Los cerros que quedan comprendidos entre el camino de Xochitepec á Acatepec, son todos como los que están al lado del camino de Acatepec; los de San Juan Raya y Acatepec también están formados de las mismas rocas, es decir, pizarras y areniscas verdosas y calizas.

De Acatepec á Caltepec.—A la salida de Acatepec pizarras micáceas que siguen todo el camino hasta caer á la barranca, en donde se encuentran en abundancia las pegmatitas y granulitas con diques de diorita afanítica. Esta formación se extiende á uno y otro lado del camino. Entre las pizarras se encuentra en pequeña cantidad las cloritoides. Sobre los granitos, pegmatitas, etc., brecha roja que alterna con una especie de arenisca desmoronadiza. La brecha está formada de guijarros grandes en la base; sobre ésta viene otra de guijarros pequeños y chinas, y encima la arenisca; repitiéndose esta sucesión de capas varias veces. Como media legua á los alrededores de Caltepec se ve el conglomerado rojo y verde.

De Caltepec á Acatitlán.—Después del conglomerado rojo viene la pizarra micácea hasta la tercera parte del camino, continuando el basalto hojoso y compacto que se encuentra en contacto con las calizas, que sólo aparecen en una pequeña extensión en algunos lugares. Encontré cerca de Acatitlán y debajo de la caliza de la cumbre del cerro, en cuya falda está situado Acatitlán, una especie de pórfido con cristales de augita.

De Acatitlán á Coculco.—Basalto y arenas volcánicas.

De Coculco á San Pedro.—Basalto, y en las cañadas y talwegs formación diluviana que cubre á una brecha parecida á la de Caltepec pero de color blanco. Esta brecha es menos coherente y alterna con una arenisca muy desmoronadiza de color verdoso y rojo pardusco. Sólo se ve en una pequeña extensión. Probablemente estas rocas son terciarias, dislocadas y cubiertas por los basaltos que ocupan todas las eminencias de los alrededores.

De Chazumba á Santo Domingo por el rancho "Las Olleras."—A la salida de Chazumba se encuentra la brecha roja sobre los esquistos micáceos y gneiss; sobre la brecha y hacia el E. se ven las calizas que deben corresponder á las del lado de Acatepec y San Sebastián. Siguen los esquistos, gneiss, etc., hasta muy cerca de Tianguistengo, en donde dominan las pegmatitas, dioritas, protoginas, etc.

De Santo Domingo á Santo Tomás Otlaltepetl.—La barranca de Santo Domingo Tianguistengo está abierta entre capas con rumbo N.–S. é inclinación 50°. Se ve en esta barranca, á medida que se extiende, siguiendo su curso una alternancia de las areniscas con capas de pizarra arcillosa. La arenisca gruesa pasa por grados á arenisca de grano fino en el mismo lecho, siguiendo después la pizarra verdosa ó roja parduscа. La arenisca blanca pasa á la verdosa y ésta á pizarra; no teniendo muchas veces los lechos de esta última un espesor mayor de 0.m05. En la arenisca blanca se ven en algunos puntos hilillos de pizarra arcillosa que tiene impresiones como las de Tecomatlán, pero difíciles de sacarse, tanto por el pequeñísimo espesor de la capita como por la dureza de la arenisca en que está intercalada. Adelante de Santo Tomás Otlaltepetl, las capas tienen un rumbo N. 80° O. con inclinación de 28°; están cubiertas por caliza al salir de la barranca con rumbo N. 75° O. é inclinación 23°. Cambian adelante de rumbo á N. 20° E. é inclinación de 18°. Vuelve á cambiar el rumbo de la caliza que viene sobre la arenisca en estratificación concordante. La caliza es fosilífera con rumbo N. 65° O.

Miahuatepec.—Calizas apizarradas que vienen encima de pizarras margosas plegadas, formando anticlinales con rumbo N. 20° E. é inclinación de 70° y menos, á uno y otro lado, cambiando en algunos pliegues el echado hasta 45°.

En San Antonio de las Salinas el grupo de pizarras plegadas de Zapotitlán, queda debajo de las calizas que hemos encontrado de Coapa á Zapotitlán, calizas que se continúan hasta este lugar disminuyendo de espesor y volviéndose fosilíferas; siendo así que las mismas capas en la cuesta del Zopilote del camino de Coapa á Zapotitlán, no contenían ningún fósil. El rumbo dominante es N. 35° O.

De Tehuacán á la hacienda del Carmen.—Toba diluviana en el valle y los lomeríos de caliza cretécea, gris, cenicienta, fétida, compacta y fosilífera, que son más recientes que las areniscas de San Juan Raya. Estas calizas se extienden por Chapulco y desde allí por la cima de la sierra de Zongolica continúan disminuyendo de espesor, al grado de que cerca de Teotitlán y San Juan Huautla sólo aparecen como pequeños girones, respetados por la enérgica erosión que ha desgastado y esculpido la hermosa sierra de Zongolica. Todas las capas de toba más ó menos calcárea quedan cubiertas al N. al unirse el vallecito de Cañada Morelos con las llanuras de San Andrés Chalchicomula por las arenas volcánicas de las erupciones de Sierra Negra y Citlaltepetl.

De Acatlán á Petlalcingo, Chila y Huajuapan—En la cañada del Pochote,

aparece formando el suelo del camino, un conglomerado de destrozos de phyllades, diorita, clorita y sericita pizarras. Este conglomerado descansa en la phyllade que tiene un rumbo de N. 20° O., y echado variable al S.E., pues está plegada y se manifiesta claramente en la bajada á la cañada del paraje Cruz de Piedra de los Axúchiles.

Adelante hasta llegar á Petlalcingo roca diorítica. Después de Petlalcingo se encuentra un conglomerado sobre el cual vienen areniscas margosas encostradas por toba caliza arillosa (caliche). A 4 kilómetros próximamente de Petlalcingo aparece un basalto en lajas, quizás labradorita, que sigue por el rancho del Idolo y termina en Las Cidras. Adelante de Las Cidras, después de un tramo de micapizarras y phyladas, aparece otra vez el basalto que forma los cerros de los alrededores de Chila en donde la roca está sumamente descompuesta, habiéndose propagado la alteración por capas concéntricas que á veces encierran en el centro un pequeño núcleo de roca no alterada, pero más comunmente la alteración llega hasta el centro de la roca.

Pasando el arroyo de Chila, en El Molino, á una altura absoluta de 1,700 metros, se presentan con rumbo N. 60° O., diques de una roca eruptiva alterada y de color pardo rojizo, que en algunas partes se encuentra enteramente fresca y entonces tiene un color blanco agrisado á gris ceniciento, de textura criptocristalina bastante compacta.

Adelante, á 1,760 metros de altura, sobre la labradorita ó basalto, yeso en capas intercaladas en arcilla margosa; es este un conjunto de capas de yeso bastante considerable que aparece levantado con rumbo E.–O. y echado de 27 á 30° al N.

Cuesta de Zapotitlán de las Palmas.—Caliza compacta, fétida, cretácea, con rudistas bastante mutilados, empotrados en la masa de la roca, en capas dirigidas de E.–O. y echado de 15 á 20° al N., ligeramente onduladas en la direción E.–O.

La mesa de Zapotitlán es de margas yesosas que descansan en la labradorita ó basalto que asoma entre ellas.

De Huajuapan á Peña de Ayuquila.—En los cerros que rodean á la población al E. y N. domina como constituyente el basalto, sobre el cual viene en algunos tramos en los talwegs preferentemente y en las laderas de los cerros un conglomerado rojo andesítico y arenisca arcillosa roja, que alterna con arcillas margosas, todas de origen volcánico. Al N.O. aparece en la cumbre la caliza gris cenicienta compacta, fosilífera cargada de Ostreidae que pertenecen al sistema Cretáceo. Cubriéndola en estratificación discordante, á juzgar por el reconocimiento hecho á orillas del camino, viene la arenisca y marga de origen volcánico que rellena el vallecito al E. del cerro.

La caliza continúa formando la cima de los cerros al O. del camino que pasa por el límite de la formación de caliza en el rancho Tabernillas á 6 kilómetros de Huajuapan y de Zapotitlán de Las Palmas. Caminando hacia Zapotitlán desaparece la caliza cubierta por la formación terciaria.

Adelante, al bajar á la barranca se ven las capas orientadas de N.O.–S.E. y

echado de 65 á 70° al N.E. La caliza fosilífera presentándose nuevamente con rumbo N. 60° O. y echado de 35 á 40° al S.O.

Peña de Ayuquila.—En la falda N.O., N. y N.E. de la Peña de Ayuquila nace la barranca conocida con el nombre de La Bruja y en la cual se abrió la mina de carbón denominada La Abundancia, visitada por el Sr. Don Santiago Ramírez y citada en el informe que del reconocimiento de los criaderos de carbón en el Estado de Puebla, rindió al Ministerio de Fomento en 1881. La barranca nace en la roca que constituye el macizo de la Peña de Ayuquila y que parece ser una andesita hornbléndica, pues los cristales prismáticos negro-verdosos son de hornblenda.

Descansando directamente sobre la andesita viene una alternancia de un conglomerado rojo pardusco (morado) de grandes elementos y arenisca de grano grueso compuesto de chinas y gravas. Las capas ligeramente plegadas chocan contra la andesita de Peña de Ayuquila y corren con rumbo N. 60° E. con echado de 60° al N.O. A un kilómetro barranca abajo se junta otra barranquita y en la confluencia se ven las capas de conglomerado con rumbo N. 40° E. y echado al N.E. de 50°. Aquí se ha verificado una desviación á consecuencia de una falla que corre de N. 65° O. inclinada 35° al N.E. Un kilómetro y medio abajo de donde aparece desnuda la andesita, se encuentra un dique de roca verde con dos grados de textura diferente; quedando la ampollosa en la cara superior del dique, que tiene 0^{m}30 de potencia. El dique ha cortado las capas de conglomerado y arenisca rojos, cambiando su echado y rumbo respectivamente á 35° al N.O. y N. 30° E. Adelante, á consecuencia de las fallas, el rumbo del conglomerado cambia á N. 20° E. y el echado á 45° al N. O. La dirección de las fallas es de N. 35° E. y E. O. El resbalamiento según el plano de la falla es de 3^{m}70. Falla 40° N.O. S.E.; 50° N.O.–S. E.; inclinación 65° al N. E.; otra con rumbo 60° N.E.–S.O. y echado de 55° al N.O.

Barranca del Remolino ó de La Mina, que pasa por la falda N. del cerro del Remolino, al N.E. de la Peña de Ayuquila; á 2 kilómetros próximamente de Peña de Ayuquila, la barranca está abierta sobre la andesita y en el punto visitado aparecen numerosas vetitas, de las cuales una se ha seguido unos 3 metros y tiene un rumbo N. 20° E. vertical y está compuesta de marcasita, escasa pirita y poca galena. La veta corta á la dacita y pasa á una arenisca cuarzosa de grano grueso, apareciendo otras vetillas con rumbo N. S. La barranca viene del Yucuchindú.

La formación carbonífera (entiéndase que lleva carbón, más nó que es del sistema Carbonífero) descansa directamente sobre la dacita que corta la formación; del lado N. de la barranca sólo se ve la dacita.

El rancho de Chiltepín está situado sobre las areniscas de la formación Triásica de Ayuquila que es cortada por la dacita en la barranca del Remolino, que pasa al N. de Chiltepín y va á juntarse al río de Texcalapa.

En la barranca del Limón cerca del rancho El Chiltepín aparece un sistema de capas de areniscas blanco-agrisadas, amarillento sucio, con pegaduras

de carbón que apenas tiñe de negro las caras de estratificación. Las capas están plegadas formando ondulaciones de N.O á S.E. inclinándose 30° al N.O. y corren con rumbo N. 30° E. La arenisca es cuarzosa alternando bancos de grano grueso con bancos de grano fino. Las pegaduras de carbón son muy numerosas y forman los cortes de éstas, en las capas de areniscas, líneas paralelas numerosas sin que lleguen á tener el espesor de 0.^{m}005. Adelante conservando el mismo rumbo disminuye el echado hasta 10° al N.O.

Barranca de Camotlán. Bancos de arenisca cuarzosa bastante potentes, sobre todo cerca de la superficie, alternando con capas de arenisca margosa apizarrada muy arcillosa, de colores verde y rojo pardusco, que unas veces alterna y otras se presenta en la misma capa. La arenisca cerca de las caras de contacto con la marga, es muy fina, de color rojizo y con mucha mica. El rumbo general es de N. 30° E. y echado de 10° á 15°. En la dirección del rumbo de las capas estas están un poco onduladas. Esta Barranca pasa por Texcalapa y nace cerca de Petlalcingo. El conjunto se asemeja notablemente á una parte de la formación de San Juan Raya.

Rancho de Texcalapa situado sobre la arenisca blanca agrisada y amarillenta sobre la cual viene el conglomerado rojo. Las capas corren de E. á O. con 15° echado al N.

De Texcalapa al rancho de la Junta. — Sobre la barranca de Chiltepín aparece dominando la arenisca y en algunos puntos descansa sobre ella el conglomerado rojo. En el rancho de la Junta al N. de Peña de Ayuquila, entre las capas de arenisca gruesa vienen otras de arenisca de grano fino más ó menos arcillosas y que contienen con mucha irregularidad hilitos de carbón de la misma clase que el de Peña de Ayuquila; pero con los mismos caracteres de inconstancia, seguidos en la misma capa, de pequeño espesor para los hilos puros, pues que no exceden de 0^{m}05 y además que se encuentran ondulando en líneas sinuosas oblicuas relativamente á los planos de estratificación. El rumbo de las capas es de N. 20° E. y 10° echado al N.O. Entre La Junta y rancho de La Peña el camino pasa por cerros de arenisca cuyo rumbo es de N.O.–S.E. y echado al S.O. que pasa después al rumbo dominante de N.E.–S.O. y echado variable al N.O.

Hacia el S.O., á 5 kilómetros próximamente, se encuentra el pueblo de Ayuquila, quedando en el intermedio y un poco más hacia el S. de la peña de Ayuquila el pueblo del mismo nombre que se halla sobre las areniscas del Triásico Superior.

La formación en que vienen los hilos de carbón, es decir, la alternancia de areniscas y conglomerados rojos y amarillentos ó verdosos se extiende á todos rumbos de los dos pueblos, constándome que llega al rancho de Tlacuacingo. En las hondonadas ó depresiones comprendidas entre las lomas, la formación de areniscas, etc, está cubierta por una capa del Cuaternario formada de destrozos del conglomerado y de las areniscas, que alcanza una potencia de 5 metros en la parte más baja y va decreciendo hasta llegar á ser de unos cuantos centímetros en la cresta de las lomas.

A 9 kilómetros del rancho de Peña de Ayuquila quedan el pueblo y hacienda de S. José Chapultepec sobre la formación triásica de Ayuquila.

Al S.E. de S. José y á 5 kilómetros, caliza compacta gris cenicienta cretácea con rumbo N. 50° O. y echado de 10° al N.E. Esta caliza descansa sobre areniscas margosas de colores pardo rojizo y azulado, que corren de N. 25° O. y echado aparente de 20° al N.E.; es aquí segura, por la diferencia en rumbo y echado entre la formación triásica y la cretácea, una discordancia de estratificación; sólo que no se puede ver porque la pendiente está cubierta por ese conglomerado de cemento calichoso que se ha formado de los destrozos de la roca; quizás en alguna barranca sea posible encontrar cortes naturales que permitan estudiar el contacto de las dos formaciones.

De Acatlán á Piaxtla y Chinantla.—La formación es toda de pizarras metamórficas que en algunos puntos tienen intercalados esquistos con grandes cristales de feldespato blanco agrisado y rosado. En el rancho de La Peñuela, perteneciente á Chinantla, hay rocas ígneas de textura porfídica y de estructura pseudo estratificada. Después se ensancha el valle hasta llegar á Chinantla y Piaxtla; vallecito todo rellenado por acarreo y arcillas del diluvio.

El camino sigue la barranca hasta llegar á Chinantla, juntándose poco antes de la población, la barranquita de Ahuehuechitla. El terreno entre Tehuicingo y Acatlán es de la misma naturaleza que el comprendido entre Acatlán y Chinantla.

De Chinantla á Tecomatlán.—El camino sigue el río de Piaxtla y Chinantla hasta 4 kilómetros ántes de Tecomatlán en que se deja el río y el camino sube un poco para en seguida bajar hasta el pueblo. Los cerros de uno y otro lado del río son de pizarras cristalinas menos descompuestas que en Acatlán, presentando el aspecto de exquistos micáceos y no de fílades cloritosas y micáceas del primer punto. Los cerros por los cuales pasa el camino al dejar el río son de micapizarra, formación que se continúa hasta Tecomatlán.

Cerca de Tecomatlán está la mina de carbón "La Salvadora" situada en la margen derecha de la barranca de Palapa que corre de N.E.–S.O. 30° formada por los cerros de Laguna Seca al E. y el de Xicaltepec al O. El manto de carbón sólo está descubierto en un pequeño tramo en que se ve el alto formado por la arenisca cuarzosa y el echado de 45° al S.E., estando las capas plegadas, lo que motiva un cambio en el echado que pasa á ser menor.

De Tecomatlán al Rancho de Tetla.—La roca dominante es el gneiss protogínico porfiroide, que unas veces pasa á anfibolita y esquisto anfibólico, y otras á una especie de protogina granitoide. Encima de estas rocas vienen las pizarras cristalinas, mica esquisto y clorita esquisto, esta última por la descomposición de la anfibolita.

De Acatlán á Texcalapa. (Agua del Cantor).—P hylades y mica exquisto con echado al E. de 60 á 70° y también vertical con rumbo N.–S. Esta formación se extiende hasta Acatlán conservando la misma dirección, y hasta Cañada de Sandía, en cuyo rancho aparece la arenisca amarillenta rojiza, plegada y

ondulada, cubierta por una gran capa de conglomerado rojo moderno del Terciario.

Barranca de la Llave.—En este punto aparecen las areniscas cuarzosas de grano fino, de color blanco amarillento de la formación en que viene el carbón. Las areniscas vienen inmediatamente debajo del conglomerado rojo, que al empezar la barranca he visto sobre la caliza cretácea envolviendo guijarros de ella. Aquí se ve la discordancia de estratificación sumamente clara en el paredón derecho de la barranca. Las areniscas tienen un rumbo N. 15° E. y 20° de inclinación al S.E. La altura á que se ve el contacto de las dos formaciones es de 1,530 metros sobre el nivel del mar. A 1,300 metros en el fondo de la barranca, aparece una roca negra que se tiñe de verde, semejante á un basalto que corta las areniscas.

Rancho de Tulapa.—Está situado entre lomas de conglomerado formado de destrozos de pizarra, gneiss, pegmatita y cuarzo semejante al conglomerado rojo terciario de Amatitlán, con la diferencia que en éste no he visto los guijarros y cantos de andesita. Desde Acatlán hasta Tulapa predominan las pizarras metamórficas y por lugares de corta extensión se ve el conglomerado.

Adelante de Tulapa aparecen las pizarras con rumbo N. 20° O. y echado de 70° al S.O. y también verticales. El tramo entre Tulapa y cerro de la Campana es de pizarra. El echado de estas pizarras cambia al N.E. y alternativamente es al N.E. y al S.O., de manera de formar anticlinales numerosos y de poca abertura.

Al bajar á la cañada que va á salir á Almayo phylades con dirección N. 40° O. y echado de 30° al N.E.

De Tulapa á Tetla.—La misma formación; pero en las inmediaciones de Tetla y desde este lugar á Tecomatlán, predomina la roca que provisionalmente he llamado gneiss porfiroide, que á veces parece una protogina y otras un gneiss pasando por amfibolita y amfibola–esquisto más ó menos alterada; pero siempre la clorita ó viridita, producto de descomposición de la hornblenda, se ve dispuesta en zonas más ó menos onduladas que envuelven y contornean los grandes cristales de feldespato rosado. En Tetla el rumbo de las capas es de N. 35° E. formando pliegues numerosos.

De Tecomatlán á la orilla del río Mixteco.—Pizarras y phylades. En la margen izquierda aparece el conglomerado rojo con destrozos de caliza cretácea, inclinado próximamente 40° al S.O. Este conglomerado viene sobre las pizarras de Tecomatlán. El cerro de Tepeyahualco en el camino de Tecomatlán á Progreso y del lado izquierdo del río Acateco, es de andesita piroxénica con muchos indicios de metales de cobre.

Desde la orilla del río en el cerro de Tepeyahualco empieza la andesita, que se extiende en un sentido hasta el rancho de Amolac y en el otro hasta Progreso, situado en la margen izquierda del río Mixteco, sobre los conglomerados y areniscas del Terciario, que alternan con margas apizarradas en las orillas del pueblo, en pequeña extensión, presentándose las capas inclinadas 10 á 15° al S.E. y orientadas 30° N.E–S.O.

De Progreso al rancho de Yetla—El camino sigue una barranca y á los lados de él se ven cerros formados de conglomerados, etc., que parecen ser de la misma naturaleza que los de Progreso, pertecientes por consecuencia al Terciario.

De Yetla al paraje del Cuaulote—El camino al salir del rancho atraviesa unos cerros de roca ígnea igual á la que vi al venir por Progreso. Después aparece la formación en que viene el carbón, siendo de notarse que la facies petrográfica en este lugar, aunque en lo general semejante á la de Texcalapa y Ayuquila, tiene sus caracteres distintivos; así: la pizarra arcillosa gris y negra es más frecuente y las capas de arenisca más delgadas, así como de grano más fino, llevando bastantes láminas de mica que en las caras de estratificación son muy visibles. En las capas de pizarra arcillosa vienen de trecho en trecho nódulos ó concresiones de hematita arcillosa, alteración probable de esferosiderita, pero que ahora están completamente transformadas en hematita arcillosa roja y amarilla. Entre una capa de arcilla formando el bajo y otra de arenisca gris rojiza micacífera al alto, se encuentra una capa de pizarra impregnada de carbón, de 30 centímetros de espesor, que conserva perfectamente discernibles sus caras de estratificación y por consiguiente tiene una estructura pizarreña muy marcada y ligeramente plegada. Entre las hojillas de pizarra y con suma irregularidad, está intercalado un carbón negro bituminoso, de bastante buena calidad, pero que el estado de mezcla de la pizarra lo hace enteramente inadecuado para las aplicaciones industriales.

Paraje del Cuaulote.—Echado variable, formando ondulaciones de 60° N.O.–S.E. En algunos puntos el echado es al O.

Barranca del Órgano [*Cuadrilla del Organo*].—En el cerro del Palacio, intercalada entre la pizarra arcillosa con inclinación de 30° al N.O., viene una capa de carbón de 0.25 á 0.30 metros de espesor. La posición de la capa de carbón es demasiado molesta y de un acceso difícil para los animales de carga.

Tanto aquí como en el Cuaulote se ven separados por 50 ó 60 metros en la vertical, bancos de conglomerado grueso que después de una delgada capa de barro viene sobre el carbón.

Del Camino de Yetla en donde lo corta la vereda que viene de la cañada del Cuaulote hasta el rancho de Olomatlán, roca ígnea (andesita) y por tramos aparece inclinado al N.E. el conglomerado rojo y arenisca, tierra del Terciario, entre la cual viene intercalado en capitas delgadas el yeso fibroso que tan abundante es por estos rumbos.

Al S.O. del rancho de Olomatlán y á un kilómetro próximamente, desaparece la roca ígnea terciaria, y aparece el conglomerado terciario inclinado 15° al N.E.

Adelante se ve la alternancia de areniscas y pizarras, predominando las primeras, que son de grano grueso y pasan á conglomerados de chinas y grava qúe forman escasas capas en el cerro del Palacio. He visto intercalado en-

tre el asperón grueso, una capita de pizarra carbonosa. Las capas corren de 40° N.E.–S.O. con echado de 60° al N.O.

En la cañada del Ciruelo está el lugar en que abrieron el pozo de la mina La Fortuna, de la cual no quedan ni restos. Las capas están ligeramente onduladas, haciendo esto que el echado varíe de 80 á 60° N.O., y la orientación dominante es de 25° N.E.–S.O. á 30° N.E.–S.O. En este último lugar predominan las pizarras arcillosas más ó menos negras, que alternan con areniscas, entre las cuales el conglomerado forma los crestones más resistentes y separados 20 metros ó más. En el tramo de 16 metros que está descubierto y en el cual la pizarra es bastante negra, se cuentan 7 hilos de carbón impuro de 7 á 15 centímetros de espesor.

De Olomatlán á Ilamacingo.—El camino va al S.E. volteando á veces al E. y por un tramo de 4 kilómetros sólo se ve la formación en que viene el carbón dirigidas las capas de N.E.–S.O. y con echado de 10 á 30° al N.O. Debajo de esta formación vienen las phyllades y gneiss orientadas de N.O.–S.E. y echado al N.E. La discordancia de estratificación es muy clara; ycontinúa solamente la formación de pizarras que adelante corren con 20° N.E.–S.O. y echado de 30° al S.E.

En el paraje conocido con el nombre de Tehuispatlastle en el camino de Ilamacingo á Olomatlán á 8 kilómetros de este último punto y en terrenos de Ilamacingo, se encuentra el punto en que trabajaron la mina de S. Antonio, en capas de pizarra carbonosa entre la cual vienen intercalados numerosísimos hilos de carbón, así como capas de nódulos ferruginosos. Las capas están plegadas y parecen correr de N.O.–S.E. con echado al N.E muy variable.

De la mina al pueblo de Ilamacingo, al principio hasta 3 kilómetros, formación de carbón; después aparece la pizarra y á 8 kilómetros de Ilamacingo según el camino, la andesita hornbléndica con mica, que en Ilamacingo corta á la formación bajo un ángulo de 35° al N.E.

De Ilamacingo á San Fernando.—La formación dominante en las inmediaciones de Ilamacingo es al principio la andesita hornbléndica y después el conglomerado rojo terciario, que corre de E. á O. con echado de 25° al N. Después aparece la formación de Tetla: gneiss orientado de N. á S. y echado de 75° á 80° al E. para cambiar después al O., siendo este último el echado que conserva hasta las orillas de San Fernando, donde es sustituído por labradorita ó basalto hojoso que continúa hasta el rancho Vista Hermosa. De la misma roca están compuestos los cerros de La Campana al S. del Zapote y Cerro Gordo al N. un poco inclinado al O. y en general todo el terreno en 3 kilómetros á la redonda.

De San Juan Vista Hermosa á San Pablo, por Ixcateopan.—Al principio andesita hornbléndica y después á uno y otro lado por 3 kilómetros del camino, conglomerado y arenisca gruesa, tierna del terciario.

De San Pablo á Acatlán.—Micapizarra y phyllades.—Criadero de carbón de Sta. Cruz. Carácter petrográfico:—areniscas cuarzosas blancas y amarillentas

sucias de diversos granos que forman capas alternantes, entre las cuales viene intercalado el carbón, formando líneas negras que contrastan con el color de la arenisca. El carbón viene en las capas de grano más fino llevando en el alto y en el bajo arenisca gruesa.

Estratigrafía.— Capas de arenisca de diversos granos, dislocadas con un rumbo de 20° N.O.–S.E. y echado al S.O. de 22°. Encima de estas capas de arenisca cuarzosa que forman la zona en que se hacen los trabajos de exploración, vienen alternancias de margas de diversos colores con la arenisca que va siendo cada vez más escasa. Debajo sucede lo contrario, son las margas las que escasean y predominan las areniscas. Nótanse perfectamente varias fallas en las capas de areniscas, que forman cuñas que han resbalado; la dirección de las fallas es de N. 70° O. y N. 30° E.

El carbón no forma mantos continuos sino que está irregularmente distribuído, ya constituyendo lentes más ó menos pequeños, ya hilos numerosos, delgados, intercalados en la capa de arenisca de grano fino. Por su composición podemos considerarlo poco apropiado para la metalurgia del fierro, á lo menos en su estado natural, pues lleva pegaduras de óxido de fierro, producto de la alteración de las piritas, que en algunos puntos son abundantes, y como la abundancia de los hilos hace que en pequeño peso haya bastante pirita, es casi seguro que si no se le convierte en cock será inadecuado para la metalurgia del fierro. Puede clasificarse mineralógicamente como una hulla. Por su escasez podemos decir que industrialmente no es de ningun valor.

Geológicamente son carbones más recientes que los de Tecomatlán y probablemente de la misma edad que las impresiones vegetales del Matzitzi que descubrí en Tehuacán y entre las cuales viene el Equisetum muy vecino del arenaceum.

Pueblo de Sta. Cruz el Nuevo.—Capas con rumbo N.E.–S.O. y echado de 15° al N.O.

De Tecomatlán á Olomatlán.— Hasta enfrente de Progreso pizarras y rocas ígneas, después conglomerado rojo terciario y en seguida gneiss y pizarra hasta las orillas del rancho de Olomatlán y desde este punto á Sta. Ana Rayón, al principio gneiss, pizarra y mucha diorita que continúa hasta la raya de Sta. Ana; después arenisca gruesa, roja, etc., en que viene el carbón y pertenece al Triásico Superior.

De Matamoros á Teopantlán.— Cuaternario en la llanura, caliza compacta en los cerros de las Bocas, en las lomas siguientes hasta San Juan Epatlán y de aquí á Colucán siguiendo la línea de N.–S., roca ígnea andesítica (andesita augítica) ó basalto que hacia el N. se extiende como 4 kilómetros: después vienen los conglomerados pardo–rojizos del Terciario que cubren todos los cerros de Teopantlán hasta cerca de Tejalucan, en que se ven conglomerados y areniscas cuarzosas y margosas de colores amarillento rojizo, pardo rojizo y gris verdoso con rumbo 80° N.O–S.E. y echado al N.E. En Tejalucan la roca dominante es la pizarra verde y en los alrededores las areniscas, etc. A un kilómetro escaso de Tejalucan al O. se encuentra la mina de Todos Santos en

la cañada de Tlapaxco, constituída por hilitos escasos y muy delgados de pizarra impregnada de carbón; el carbón forma hilos de 3 milímetros y es de muy buena calidad; hulla semigrasa pero viene en una arenisca blanco agrisada de grano grueso, que como he tenido oportunidad de observar nunca trae carbón en cantidad suficiente para alimentar una explotación.

Al N.O. de Tejalucan corre una veta de kaolín de $0^{m}08$ de ancho con rumbo N.E.-S.O. y echado de 50° al N.O. Otra capa de E. á O. y echado al Sur de 55°.

Barranca de Limontla al S.E. de Ahuatlán, formada por la reunión de la barranca de Tejalucan y la del rancho del Tecomate: areniscas cuarzosas con mica, psamita y pizarras arcillosas; el conjunto plegado con rumbo N.-S. Las pizarras escasean y predominan el grit, la arenisca gris cenicienta y pardo rojiza.

Desde Tejalucan á Amatlán pizarras cristalinas phyllades y micapizarra.

De Amatlán á las Minas.—Micapizarra, clorita pizarra y gneiss porfiroide granito porfiroide; al O.N.O. y S.O. de las Minas, rocas ígneas del Terciario iguales á las de Colucán, formando el cerro del Cacomixtle. La formación de Ahuatlán se extiende también hacia los ranchos de Patlanoaya y San Francisco.

De las Minas á Ranchos de las Casitas y Los Amates.—Andesita hornbléndica y pizarras cristalinas dislocadas. En los Amates andesita.

De Los Amates á Misquitepec.—Andesita y en algunos tramos conglomerado rojo del Terciario Superior.

De Misquitepec á Las Piletas.—Andesita y empieza al N.O. del rancho el conglomerado rojo del Terciario plegado y con rumbo E.-O. y echado al N. de 25 grados.

De Las Piletas á Las Salinas de Palo Amarillo.—Conglomerado rojo.

De Las Salinas de Palo Amarillo á los Huajes ó el Carmen.—Conglomerado y phyllades verdosos y micapizarra pero ésta en mayor abundancia; las andesitas se extienden hasta las orillas del rancho, y sigue hasta el rancho del Ahuacate que parece ser andesita hornbléndica.

Del Rancho del Ahuacate á Colucán.—Andesita.

Potrero de Moctezuma.—Capa de tecali verde de $0^{m}05$ de grueso que corta á la formación de destrozos de calizas y arcillas, producto de la descomposición de las rocas ígneas de esta región. Costras de tecali en el rancho del Casahuate de N.-S. y echado muy débil al O. sobre basalto enteramente igual al de Tepoxúchil en Puebla.

De Atlixco á Hacienda de Matlala.—Pasando por Huaquichula y Sto. Domingo.—Cuaternario representado por tobas y arenas volcánicas y lomeríos de basalto entre Tepeojuma y Huaquichula y la línea de cerros de Matlala rumbo al Popocatepetl.

De Matlala á Tepexco.—Rocas ígneas terciarias y pequeños tramos de caliza cretácea en Tepexco.

Entre Tepexco y Calmuco.—Primero rocas ígneas terciarias y después aparece la caliza cretácea con rumbo N. 20° E. y echado de 25° al N.O.

Paraje del agua de Chirimoya en la barranca del Carnero, al S.E. de San Antonio Huexonapa; en arenisca cuarzosa de grano grueso que pasa á grit se encuentra un hilo de carbón de aspecto lignitoide de muy escasa importancia y de muchísima inconstancia en su marcha, adquiriendo en el tramo de mayor potencia un grueso de 10 milímetros. Dirección de las capas de areniscas gruesas N. 80° E. y echado de 75 al N.O.

De Libres á la Cofradía.—Toba volcánica muy porosa; á los lados del camino cerros de andesita iguales á los de la sierra de la Villa de Guadalupe.

San Francisco Ixtacamaxtitlán (antes Ixtacamatzingo).—Andesita hornbléndica que en algunos parajes está muy alterada, formando entonces una cantera de color blanco á rojo pardusco, de resistencia variable, desde desmoronadiza á compacta, constituyendo en este último estado un material de construcción de muy buena calidad; pues une á la resistencia un grano muy bueno que permite trabajarla con tanta más facilidad cuanto que es blanda y además bastante ligera.

De San Francisco á la hacienda de la Cofradía (ó del Rosario).—En la cañada y en alguna de las eminencias, se ve una brecha y toba de diversos granos cuyas elementos son andesíticos, y sobre la toba pomosa en que vienen grandes trozos de pómez, como hemos visto en San Juan de los Llanos. Las cumbres en su mayoría son de andesitas, pero cuando el conglomerado es la roca que las forma, presentan figuras grotescas y á veces agujas atrevidas originadas por la erosión del conglomerado. Este conglomerado, en mi concepto, deberá referirse al Plioceno Inferior y Medio, quedando las tobas volcánicas como representantes del Plioceno Superior y quizá tambien la base del Cuaternario.

La naturaleza del terreno continúa uniforme hasta la ranchería de las Barrancas en donde el conglomerado y tobas forman el fondo de la cañada y la limitan por el N.O. las calizas compactas y apizarradas plegadas, formando anticlinales orientados de N.O. á S.E., unas veces completos y otras decapitados, que finalmente pasan en la orilla del Rosario á capas inclinadas al N.E., es decir, con el mismo rumbo que los pliegues.

Siguiendo la ribera derecha del río de San Francisco Ixtacamaxtitlán hasta la haciendita de la Cofradía ó del Rosario, predominan de una manera absoluta las andesitas sobre el conglomerado y tobas valcánicas terciarias.

Desde legua y media antes de llegar al barrio de Citlalcuautle: caliza cretácea descansando en pizarras jurásicas con rumbo 45° N.O.-S.E. y el echado variable de 90° á 38° al S.O., cambiando adelante por rumbo E.-O. y echado al S.

De Tetela á Tenampulco y de allí á *Teziutlán.*—De Tetela al barrio de Ometepec, calizas compactas descansando sobre las pizarras. En las barrancas asoma la roca ígnea del Convento. El barrio de Ometepec está situado en la

falda del cerro de Ometepec sobre las pizarras que contienen muchos fósiles del género Gryphea.

De Ometepec á Tecuicuilco por Chalahuico—Dacita ? igual á la de Ometepec. Las calizas cretáceas compactas que descansan en las pizarras de Ometepec, se extienden desde Tecuicuilco á Manzanilla y continúan de Nauzontla á Zoquiapan llevando capas de pizarra en la base. En el tramo de Zoquiapan á Xonotla, caliza compacta más ó menos metamorfizada, descansando en pizarras calizas, que pasan en la base á pizarras margosas primero y después á pizarras arcillosas. Las capas están casi horizontales.

De Xonotla á Tetelilla.—Caliza compacta del Cretáceo que se extiende á Ecatlán y Tuzamapa y en todos los cerros que forman la barranca.

De Tetelilla á Reyes.—Caliza cretácea y debajo la pizarra arcillosa que hemos referido al Jurásico Superior.

De Reyes á Coetzalilla.—Calizas hasta la margen izquierda del río: de la ribera derecha hasta Coetzalilla basalto, y de allí á San Antonio tierra vegetal y tobas pomosas que cubren las calizas que hemos visto cortadas por el basalto de Coetzalilla. En San Antonio aparecen de nuevo las calizas cretáceas que continúan hasta el rancho de Tepalcingo.

De Tepalcingo á Ranchería del Jardín—En la ribera izquierda del río de Apulco, margas apizarradas de colores gris verdoso y pardo rojizo ligeramente onduladas. Las capas de pizarra margosa de colores corren N. 20° E. con echado al N.O. de 20°. En las cuarteaduras que forman los cruceros de la pizarra que son oblicuos ó perpendiculares á la dirección de los estratos por tramos sumamente pequeños, se ve en las grietas un relleno de materia carbonosa semejante al chapopote seco. El carbón que tiene el aspecto de albertita ó grahamita, rellena las cuarteaduras de las pizarras y á veces forma capitas intercaladas pero no uniformes; la más gruesa tiene cinco centímetros; las capas forman algunas veces bolsas ó nidos de pequeñas dimensiones. El carbón es resplandeciente de color negro, de fractura concoidea á plana y muy ligero. El rumbo dominante de las grietas es de N.O.–S.E.

Del Jardín al Chacal.—En la margen derecha del río de Tenampulco, pizarras margosas cubiertas por areniscas arcillo–calcáreas, cuya edad no puedo determinar todavía, pues parecen ser la continuación de las de Chapulco junto á Tetela, aunque un poco más tiernas.

En un afluente del arroyo de Metzonate y junto á la ribera derecha del mismo, hay una poza en donde se dice que cuando se estanca el agua se ve una capa de aceite, que al evaporarse deja chapopote; pero no hay ni indicios de chapopote en la actualidad, y el aceite, es decir, el petróleo, tampoco se ve formando nata en el agua; hay sí ligeras irisaciones en algunos puntos de la superficie del agua, pero es difícil recogerlas por ser muy tenues y podrían muy bien provenir de la descomposición de las hojas de las plantas que crecen en las orillas de la poza. La roca es una especie de basalto.

Paso del Palmar frente al Espinal.—Caliza de madréporas en la que se ven además de los corales algunas ostreas. Entre los corales abundan ejemplares

de una especie de Meandrina. La caliza está cubierta por arcilla y sólo asoma formando peñones que se levantan de entre la tierra vegetal.

Junto al paso del Palmar hay una capita de carbón (lignita) de muy buena calidad y casi á flor de tierra, que viene intercalada entre capas de arcillas.

De Paso del Palmar á Tenampulco.—Areniscas margosas que continúan de Tenampulco á Chontla, alternando con areniscas calcáreas.

De Chontla á Zopiloapan. Antes de llegar á Zopiloapan, como á 300 metros del caserío, aparecen las rocas ígneas de aspecto basáltico que se extienden en todas direcciones formando el suelo del Mirador hasta las Canoas, pasando por la hacienda de Cuauxocola y desde Tezezapa hasta Palmatita queda cubierta por toba pomosa, asomando en algunos tramos el basalto.

Tezezapa.—Roca ígnea cubierta por toba pomosa en capas de 5 y 10 metros de grueso.

De Palmatita á Ayahualco.—Desaparece por completo el basalto y sólo se ve la toba volcánica que lo cubre. Adelante, á 50 metros antes de llegar á las casas de Ayahualco, aparece nuevamente la caliza cretácea compacta metamorfizada, de aspecto y color idénticos á los de la caliza metamorfizada del cerrito de la Peñuela cerca de Córdoba.

De Ayahualco á la Garita.—Sigue el basalto y adelante en el camino se ve que éste cubre á las calizas cretáceas que siguen descubiertas 1½ kilómetros antes de La Garita, donde desaparecen las calizas, cubiertas por un conglomerado de destrozos volcánicos, que continúa en toda la cresta hasta la venta de Solotepec y pasa todavía en dirección á Teziutlán. Este conglomerado con espesor considerable, continúa de Solotepec á Tatahuicapa, La Ventilla y San Diego, y es sustituído desde este último punto hasta Acateno por toba andesítica, que adquiere una potencia de más de 400 metros en Tlaltenango. Al O., muy cerca del camino, las rocas ígneas, y al E. un poco más lejos las mismas rocas. Teziutlán está situado sobre la toba que cubre al conglomerado volcánico; las inmediaciones rocas son de roca ígnea, andesitas más ó menos alteradas, acompañadas de tobas andesíticas (canteras) de colores gris y rosado de muy buena calidad.

SONORA.

Puede dividirse longitudinalmente el extenso Estado de Sonora en dos regiones distintas á la vez, por su configuración geográfica y por la constitución geológica de su suelo. La primera, que es notablemente de mayor extensión es la zona comprendida entre el Golfo de Cortés al O. y las sierras inmediatas á Ures, adonde, propiamente hablando, empieza el levantamiento de la Sierra Madre: esta es la zona de la llanura y de la tierra baja; es sumamente monótona, tiene una inclinación muy débil y casi uniforme hacia la línea de la costa y presenta montañas aisladas ó pequeños grupos interrumpiendo su

superficie. La segunda región se extiende á lo largo de la Sierra Madre que separa este Estado del de Chihuahua, comprendiendo toda la vertiente occidental: es esencialmente montañosa, árida, poco transitada y presenta, sin embargo, muchos puntos por los cuales pueden establecerse pasos para las caballerías y bestias de carga, y al contrario de lo que pudiera esperarse por tratarse de este gran macizo montañoso, se puede decir que es accesible por todos lados.

Las montañas se presentan en el Estado de Sonora de dos maneras: en pequeños grupos que forman sierras aisladas en la parte baja y en grupos de considerable extensión que se conocen con el nombre de cordilleras, aunque en muchos casos se ha abusado de esta última denominación. Cuando las montañas se agrupan para formar cordilleras, se nota en ellas una tendencia á tomar una dirección general que es próximamente de N.N.O. á S.S.E, aunque en algunos tramos tienen direcciones que varían unas veces más hacia el N. y otras más hacia el O. pero siempre la dirección general es la de N.O. En el caso de que las montañas se presentan aisladas ó formando grupos de corta extensión es difícil encontrar en ellas la dirección general enunciada arriba; pero considerando estos como elementos dispersos, es fácil comprobar esta misma dirección uniendo dos ó más de dichos elementos. Esta dirección es, con poca diferencia, la de la península de la Baja California y la de la línea de la costa del Golfo.

Los diversos grupos de montañas, sierras y cordilleras que cubren la porción oriental del Estado, forman un sólo sistema de montañas, cuyos diversos elementos no han hecho su aparición en una misma época sino que han sido levantamientos sucesivos, siendo los más modernos los de mayor elevación y magnitud; y los más antiguos han sido cubiertos en parte por las rocas sedimentarias modernas, constituyendo los que han quedado descubiertos, cerros de pequeña elevación en la falda occidental de la Sierra Madre, y en la zona comprendida entre dicha falda y la costa del Golfo de California; débese á esta manera de formación del sistema de la Sierra Madre, el que no se encuentre una cadena central única sino varias sierras paralelas entre sí en una porción de su trayecto, que se unen en otra para continuar como un solo grupo, que será dividido á su vez en otros y así sucesivamente hasta ser muy difícil reconocer en las últimas ramificaciones su verdadera procedencia.

Esto hace que, siguiendo la dirección general de la Sierra Madre y circunscritos por sus contrafuertes, eslabones y ramales, se encuentren numerosos valles longitudinales estrechos que pasan á verdaderas cañadas y los cuales se comunican para hacer el desagüe de los más altos á los más bajos, por pasos muy estrechos y por verdaderos desfiladeros.

Por todo lo anteriormente expuesto, se comprende que es esta una región clásica para los valles principales ó longitudinales, y que siendo éstos de pequeña anchura, como se ha dicho anteriormente, los valles transversales han quedado reducidos en su mayoría á verdaderos talwegs, y siguen, como es de suponerse, direcciones que forman con la de los valles principales ángulos va-

riables entre 45° y 90°. Es en la región occidental del Estado en donde los valles transversales adquieren sus mayores dimensiones al ansancharse para enlazarse con la llanura de la costa. Así, pues, estas dos regiones siguen un paralelismo inverso.

El macizo montañoso que se designa con el nombre de Sierra Madre está compuesto de varias cordilleras paralelas, siendo las principales las siguientes: la cordillera que pasa entre Ures y Moctezuma, la de Naçozari, la de Teras y la que propiamente lleva el nombre de Sierra Madre, que separa á este Estado del de Chihuahua. Todas estas cordilleras tienen una dirección media de 25° N.O.–S.E. que es indudablemente la de la línea de menor resistencia por la cual se hizo la eyección de las rocas eruptivas que constituyen este tramo de la Sierra Madre.

Puede considerarse que la arista que separa la mesa central, y cuya dirección es próximamente la de las cordilleras, coincide con poca diferencia con la del eje del anticlinal, formado á consecuencia del levantamiento de las cordilleras, y concebirse que el alero occidental de dicho anticlinal ha desaparecido bajo la influencia de levantamientos posteriores que lo despedazaron, así como también por la erosión sumamente enérgica de fines del Terciario y principios del Cuaternario.

En resumen, el macizo montañoso de la Sierra Madre, es un sistema de montañas compuesto, asimétrico, de vertiente occidental, formado por diversas cordilleras, cuya mayor pendiente ve siempre al O., constituyendo gigantesca escalinata, por la cual puede hacerse el ascenso á la mesa central, descansando por intervalos en los valles sucesivamente elevados comprendidos entre ellas. Puede formarse una idea de los accidentes del terreno, considerando el Estado de Sonora como un plano inclinado que se apoyara por un lado en la mesa central, y por otro en el Golfo de California y que hubiera sido acanalado á diversas profundidades y paralelamente á la costa.

De Moctezuma á Oputo.—Moctezuma está situado en un pequeño valle longitudinal, que corre con una dirección de 10° N.O.–S.E. que se ensancha hacia el S., y se estrecha notablemente al N. hasta convertirse en una estrecha cañada cerca del pueblo de Jecorí. Este vallecito está encerrado entre la Sierra de La Madera, cordillera de Nacozari y la de Bacachi y Cerro Colorado que tienen próximamente la dirección del valle.

En la porción S.E., empezando en la orilla de la población, se extiende una gran corriente de lava que cubre al acarreo y arcillas cuaternarias del fondo del valle, habiendo producido por su contacto una modificación en las arcillas, que han adquirido mayor cohesión, han cambiado su textura y tomado un color rojo bastante intenso, debido á la sobreoxidación del fierro. Estos efectos del metamorfismo de contacto son muy visibles y á distancia puede distinguirse la zona en la cual se ha verificado, pudiendo fijarse para ello un espesor medio de $0^{m}80$, aunque hay puntos en los cuales adquiere un espesor de 3 á 3½ metros.

El fondo del valle está formado de capas de aluvión y de arcillas pertene-

cientes al Cuaternario reciente: las inferiores son verdaderos conglomerados de guijarros y cantos rodados, y disminuyendo de dimensión sus elementos á medida que se acercan á la superficie, vienen á terminar en capas formadas de grava pequeña que se pasan á capas de arena suelta, sobre la cual vienen en alternancia capitas de arenas y margas arcillosas.

Las lomas de circumdenudación que limitan este estrecho valle al N., están formadas de acarreo, y marcan los diversos niveles que ha tenido el fondo del valle en épocas no muy lejanas de la presente.

Al S.O. se encuentra una serie de cerros que forman la sierra que pasa por Bacach, prolongándose al S. E. y que se extiende al N.O. hasta Arizpe, etc. En esta porción de su trayecto está formada de rocas del grupo de las andesitas, que han cortado capas de arenisca cuarzosa, pizarreña, dislocándolas y plegándolas de diversas maneras, pero que permiten reconocer la dirección en que fueron levantadas y la inclinación, siendo la primera de 33° N.O.–S.E. y la segunda de 85° hacia el E.

De Moctezuma, caminando al E., la formación del Cuaternario está limitada por una pequeña sierra, estribo de la sierra de la Madera [1] que está constituída por roca negra agrisada, que ha levantado un conglomerado del Plioceno con un rumbo de 35° N.O.–S.E. En seguida se encuentra una cañadita que al O. está limitada por rocas ígneas modernas, y al E. por el granito de la prolongación de la Sierra de la Madera. En el fondo de esta cañada está situado el rancho de Tonibabi (Agua Caliente).

El Granito se extiende hasta cerca del paraje llamado Los Nogales, en donde desaparece ahogado por una andesita rojiza de estructura columnar y de textura porfídica. Esta andesita forma unas veces diques de espesor de 5 á 6 metros con dirección N.O.–S.E., é inclinación variable de 60 á 85°. La andesita está cubierta en este lugar por una brecha verdosa formada de fragmentos de rocas ígneas que refiero con duda al Plioceno.

No me fué posible averiguar la verdadera relación cronológica que esta brecha y la andesita tienen con el granito, por estar sumamente encubiertas las líneas de contacto.

Adelante de Los Nogales y para entrar al valle de Guasabas y Granadas, desaparece la andesita debajo del acarreo y arcillas del Cuaternario del valle.

El valle es longitudinal y se extiende de N.O. á S.E., siendo su dirección media de 24° N.O.–S.E. La cordillera de Huachinera, generalmente conocida con el nombre de cordillera de Teras, lo limita al E. La constitución geológica de este valle es idéntica á la de todos los valles recorridos en esta exploración, y que como he dicho anteriormente, están formados por capas de aluvión en la base y diluvio en la superficie, llegando á adquirir en algunos lugares una potencia de más de 100 metros.

Siguiendo el camino de Guasabas para Oputo, se llega á un paraje llamado

1 En el Estado de Sonora se denomina Sierra de la Madera á la sierra que abastece de leña al pueblo; de manera que muchos de éstos tienen su sierra de la Madera.

la Agua Caliente, y allí se ve el aluvión descansando sobre un conglomerado bastante resistente, dispuesto en capas de espesor variable, que buzan hacia el S. bajo un ángulo de 20° y con una dirección de 20° N.O–S.E.

El conglomerado está formado de elementos procedentes casi todos de andesitas y rocas de textura traquítica.

Entre este conglomerado y el acarreo y arcillas del diluvio, hay discordancia de estratificación y el orden en que están colocadas sus capas, es el siguiente: en la parte inferior, á unos 15 metros, que es todo lo que está descubierto del conglomerado, capas que encierran guijarros muy grandes hasta de 3 decímetros; vienen después otras de elementos más pequeños que están cubiertas por otras de areniscas de grano grueso, formando todas un conjunto de capas numerosas.

Adelante, en los bordes, vallecito de Agua Caliente, se descubre inmediatamente debajo de la tierra vegetal, una arcilla rojiza entre la cual se encuentran numerosas capas de yeso fibroso, de un espesor de 0.^{m}02 á 0^{m}08 separadas unas de otras por intervalos que miden 0.^{m}15 á 0^{m}30.

Desde este lugar aparece otra vez el conglomerado que hemos descrito del paraje de Agua Caliente cubierto por el aluvión en estratificación discordante, hasta unos 5 kilómetros antes de llegar al pueblo de Oputo, donde desaparece cubierto por el aluvión y arcillas del diluvio del valle.

De Oputo á Huachinera.—La formación del valle que es idéntica á la de todos los valles comprendidos en la exploración, se extiende hasta la falda de la sierra de Huachinera, que como he dicho en otra parte pertenece á la cordillera de Teras; y en el paraje denominado La Higuerita, es sustituída por una brecha de color verdoso y gris azulado, que referimos provisionalmente al Plioceno, mientras que exploraciones posteriores que se extiendan á toda la porción del sistema de la Sierra Madre que separa este Estado del de Chihuahua, me permitan fijar con certeza la relación estratigráfica de este conglomerado, con horizontes geológicos conocidos y poder conocer con exactitud la edad de dicho conglomerado.

Este conglomerado desaparece inmediatamente bajo los destrozos de una roca andesítica, de color pardo rojizo, y continúa una roca que tiene el aspecto de un basalto ampolloso y escoria volcánica, que corta á la andesita hornbléndica, formando diques que corren de N.O. 34° S.E. débilmente inclinados hacia el N.E., y presentando su escarpe ó mayor pendiente hacia el S.O.

Continuando el ascenso de la sierra, aparece una roca roja de textura semi-vidriosa, y de naturaleza andesítica, que en el paraje de Bacapire desaparece bajo las arcillas y acarreos modernos de esta depresión, interrumpidos por la andesita hornbléndica de color morado que encontramos al empezar el ascenso de la sierra, que continúa hasta el paraje de la Piedra Pinta.

El paraje de la Piedra Pinta debe su nombre á una arenisca cuarzosa de color blanco jaspeado y veteado de amarillo, de diversos tonos, que algunas veces forma líneas y fajas concéntricas que resaltan sobre el color blanco, y la roca toma la apariencia de las vetas de la madera. Esta arenisca se encuentra

en la cima de la sierra, dispuesta en capas que fueron cortadas por una andesita hornbléndica micácea, idéntica á la que se encontró al empezar á subir la sierra, que tienen un rumbo de 22° N.O.–S.E. y un echado de 15° al S.O. Como se ve, estos estratos presentan su menor pendiente hacia el E. y están cortados, formando escarpes del lado del O. No existen las dos alas del anticlinal, cuyo eje corresponde á la dirección de las capas y que coincidía probablemente con el eje de la cordillera, sino que solamente el ala izquierda del anticlinal es la que subsiste, habiendo sido destruída el ala derecha quizá en los momentos en que aparecieron las rocas ígneas más modernas del grupo de los basaltos. La roca que levantó la arenisca, es una roca de color gris de perla que está dispuesta en capas, es decir, de estructura irregularmente pizarreña, ó pseudo–estratificada, que podemos considerar como lava andesítica, que después pasa por diversos grados de textura hasta llegar á ser maciza y porfídica. La andesita se extiende hasta 500 metros después del paraje Los Alisos en donde la cubre el conglomerado de destrozos de rocas ígneas que tienen el mismo rumbo de la arenisca y un ángulo de inclinación variable entre 5° y 30° y que buza constantemente al E. Este conglomerado llega hasta el valle de Huachinera y Babispe, en donde ocupa la base de la formación del diluvio del valle, sin que pueda verse si hay discordancia de estratificación entre este conglomerado y el acarreo del valle. Siguiendo el camino de Los Alisos á Huachinera asoma en una extensión de cerca de 2 kilómetros en el paraje de La Cueva.

De Huachinera á Bacerac y Babispe, la formación es del diluvio: acarreo y arcillas en todo el valle longitudinal que en otra época correspondió al trayecto torrencial del curso del río.

De Babispe á la margen del río Batepito, cerca de su confluencia con el río de Babispe.—Desde Babispe hasta el paraje de Tasaviri el camino va sobre lomas de acarreo y arcillas, que marcan el fondo del valle en épocas no muy lejanas, cuando el río recibía mayor caudal de agua de las dos vertientes que limitan el estrecho valle de Babispe y tenía la fuerza suficiente para transportar las inmensas cantidades de guijarros, grava y arena de que están compuestas. El fondo del valle en donde el río ha abierto su cauce últimamente, está formado por capas de arcilla bastante compacta que pudiera emplearse en la alfarería. La diferencia del trabajo de aluvionamiento del río, puede medirse por las dimensiones de la grava y arena, que sólo transporta hoy en las épocas de creciente, comparándolos con los guijarros, chinas y cantos que transportaba cuando el rellenamiento de la profunda incisión que dió origen al valle longitudinal en que están situados Huachinera, Bacerac y Babispe.

La misma formación continúa hasta el cañón en que el río da vuelta á la cordillera de Teras, y por el cual se comunican los valles de Batepito y Babispe, ambos longitudinales ó principales.

El lugar en que el río cambia su curso hacia el O. se conoce con el nombre de los Pilares, por haber en ese lugar un corte de la formación del valle, casi vertical y de 60 metros de alto, en el cual el agua de lluvia ha labrado surcos

verticales paralelos, que dividen el paredón en columnas más ó menos regulares, de base cuadrangular.

El corte descubre en este lugar, numerosas capas de espesor variable de toba-conglomerado, poco coherente, que alternan con otros capas de una arenisca de grano grueso, y sobre estas vienen las capas de arcillas y acarreo del valle.

Adelante de los Pilares asoman diques de roca de textura traquítica, con rumbo 60° N.E.-S.O., perpendiculares á la dirección del camino y completamente verticales en una parte de su trayecto y desaparecen después cubiertos por el conglomerado y arenisca, que forma el paredón de la vuelta del río, que conserva su horizontalidad regular, como indicando que fueron depositados posteriormente á la aparición de la roca ígnea que forma esta parte de la cordillera de Teras. Sigue esta formación de trecho en trecho cortada por diques verticales que corren de 50° N.O.-S.E. y otros con 20° N.O.-S.E.

En el paraje de la Cara Pintada, la andesita hornbléndica con mica, aparece en capas verticales con un rumbo de 20° N.O.-S.E.; y todos los cerros de los dos lados del camino hasta más de una legua de distancia están formados de la misma roca. Aquí se encuentra una andesita gris blanquizca que parece ser de una emisión anterior á la pardo rojiza que es la más abundante y constituye los cerros mencionados. La andesita blanquizca está mucho más alterada que la pardo rojiza, su magma está casi transformado en arcilla y se la ve cortada por la pardo rojiza.

Esta misma roca continúa visible hasta el paraje de Chinovérachi, y su textura sufre varias modificaciones hasta llegar á ser netamente porfídica; pues grandes cristales de feldespato se han segregado y se destacan en la masa general de la roca. La estructura es prismática imperfecta y las formas más comunes son los prismas de tres y cinco caras; en los prismas de cuatro caras las bases no son cuadradas sino rombos y romboides, siendo esta última la más común.

En algunos lugares la roca pasa á una brecha en la cual se encuentran empastados fragmentos de andesita de colores variados, y de diferentes texturas, que son indudablemente destrozos de eyecciones anteriores al continuar la eyección ó salida de la roca, la parte que se había endurecido ya, fué despedazada y los fragmentos cementados por la roca en fusión. Esta especie de brecha ó toba ígnea, tiene una dureza inferior á la de la roca maciza, á la cual pasa en algunos puntos, y su pasta feldespática está casi completamente transformada en arcilla, circunstancia que la hace muy á propósito para la talla y que se pueda emplear en las construcciones como material de muy buena calidad.

Los conglomerados y areniscas de que acabo de hablar y que en otros puntos hemos encontrado debajo de las capas de acarreo y arcillas del valle, cubren por una extensión de 4 á 5 kilómetros las rocas eruptivas que constituyen todos los cerros de las inmediaciones.

Hasta más allá del paraje de Los Alisos, y á contar de esta parte del ca-

mino, se encuentra una roca basáltica de color negro agrisado y rojo, y de textura ampollosa que pasa á amigdaloide. En las inmediaciones de Los Alisos, aparece una roca roja muy compacta, de la misma naturaleza que las descritas, pero que parece haber cambiado su textura por influencia del calor desprendido de las rocas en el momento de su aparición, pues se encuentra formando un gran dique entre la andesita, con una dirección de 45° N.O.–S.E., y un echado al N.E. de 75°. Sigue desde este lugar á los lados del camino y extendiéndose á una distancia considerable, la roca basáltica que hemos mencionado de Los Alisos.

Las depresiones del terreno están cubiertas por el conglomerado y arenisca pliocena ?, con un rumbo de 15° N.O.–S.E. y echado al S.O. de 35° que adelante cambia hasta llegar á 20°. Hay puntos en esta región en los cuales se ve el conglomerado y toba arenosa cubiertos por acarreo y arcillas del diluvio, mientras que el conglomerado, etc., forma un ángulo de 25° con el horizonte. Esto prueba que aquí hubo una interrupción entre el depósito del conglomerado y arenisca que referimos al Plioceno, y el acarreo y arcillas que son indudablemente del Cuaternario. Estas rocas cubren todo el terreno hasta el paraje del Pedregoso situado á la orilla del río Babispe.

Entre el Pedregoso y la margen del río Batepito aparecen formando las eminencias que separan este paraje del valle de Batepito, que es la continuación hacia el S. del valle longitudinal de San Bernardino, las rocas eruptivas con sus diferentes texturas que en otra parte se describen; y las capas de acarreo y arcillas, se extienden en todo el valle formando las colinas y lomeríos de circumdenudación que lo limitan por el E. y O. Al entrar al valle se encuentra un corte natural que remeda un tanto al tajo de Nochistongo, pero cuyos estratos no son de la misma composición; aquí no se encuentran las tobas pomosas y tobas con bol del tajo de Nochistongo, sino capitas numerosas de margas y arcillas con intercalaciones de una roca silizosa, muy compacta, que parece á primera vista una caliza de agua dulce (toba caliza silizosa), pero que está constuída por síliza en su mayor parte. Esto hace que se encuentren alternando capas de diferente resistencia y que sobre una capa de roca resistente vengan una ó más de roca deleznable, y que el aspecto del corte tenga mucha semejanza con el tajo de Nochistongo.

Desde la margen del río Batepito hasta San Bernandino, el camino que seguimos fué á lo largo del valle y sobre los lomeríos que forman la falda de las sierras La Cabellera, Pitaycachy, Los Embudos y Guadalupe, que son la continuación de la cordillera de Teras, de la que solamente la separa la cortadura hecha por el río para verter sus aguas en el valle de Batepito. Todas las sierras mencionadas están formadas de rocas eruptivas del grupo de las andesitas y solamente encontramos entre Los Embudos y las montañas de Guadalupe, una sierrita de capas de caliza gris cenicienta compacta y fosilífera. Por los cantos rodados que pude inspeccionar en las barrancas que bajan de ella, no me cabe duda que se trata de una caliza cretácea y muy probablemente de la serie Comanche recientemente establecida por el distingui-

do paleontólogo del Geological Survey de los Estados Unidos, Dr. C. A. White, en su exploración del Cretáceo en el S. y S.O. de los Estados Unidos.

De San Bernardino á Fronteras.—Las casas del nuevo rancho de San Bernardino están construídas sobre malpaís, lava escoriosa, probablemente basáltica, que forma las pequeñas lomas que encierran la ciénega de San Bernardino por el N. y limita por el mismo rumbo el valle de San Bernardino y Batepito. Este malpaís es probablemente el límite S. de una gran corriente de lava procedente de cerros situados hacia el N., por ser esa la dirección en que se extiende el malpaís, que termina inmediatamente junto á las ruinas del rancho antiguo de San Bernardino, situados casi al S. del rancho nuevo, construído en territorio americano.

El camino para Fronteras sale al O. del rancho, y después de cruzar cerca de su extremidad N. la pequeña sierra conocida con el nombre de San Bernardino y cerro de Gallardo, y que corre con un rumbo de 25° á 30° N. O. pasa al valle de Agua Prieta, valle longitudinal de constitución geológica idéntica á la del valle de San Bernardino, con dirección general de 25° N.O.

En la falda del cerro de Gallardo se encuentran rocas sedimentarias cuyos elementos proceden de las rocas ígneas que constituyen la pequeña sierra que separa los dos valles, y que se presentan dislocadas, completamente verticales, con un rumbo de 10° N.O.

Adelante y para bajar al valle de Agua Prieta, se ve un cerro formado de roca ígnea, que tiene el aspecto estratificado, con dirección E–O é inclinación de 70° al S. En los demás cerros de las inmediaciones, rocas ígneas hicieron su aparición, según líneas que corren 10° N.O. é inclinación siempre hacia el O. bajo ángulos variables entre 75° á 90°.

Aparece en seguida una toba conglomerada ígnea, casi horizontal, ligeramente inclinada hacia el E., y que algunas veces forma ángulos de 10° con el horizonte y otras de 30°, ó los comprendidos entre ésta y la anterior inclinación. Las capas están sumamente plegadas, y los pliegues son muy irregulares. No habiendo encontrado fósiles en estas rocas, ni conociendo con exactitud la época de aparición de las rocas ígneas modernas que acentuaron el relieve de esta parte del continente, no podemos fijar con certidumbre la época en que se formaron las rocas sedimentarias de que nos venimos ocupando. Por la circunstancia de estar directamente cubiertas por el aluvión y arcillas del Cuaternario del valle, y haber sido dislocadas por rocas ígneas, cuya aparición no data probablemente de época anterior al Plioceno, las referimos provisionalmente al Plioceno.

Valle de Agua Prieta.—Valle longitudinal limitado al O. por la sierras Prieta y la Mora, que corren con un rumbo general de 30° N.O., y al E. está limitado por las sierras del Gallardo, San Bernardino y la Ceniza, con un rumbo general de 25° N.O. en el tramo comprendido entre la línea divisoria de los Estados Unidos y el rancho de Cahuiyona. La constitución geológica de este valle, así como de otros transversales más pequeños y en

general de todas las depresiones comprendidas en la región explorada, es la del diluvium que se ha descrito en otras partes.

La formación del valle se extiende sin interrupción alguna pasando por el pueblo de Fronteras hasta el rancho de Turicachi.

En la falda de la sierra de Cahuiyona que queda al E. del camino de San Bernardino á Fronteras, y en las lomas que limitan al O. el vallecito de Cahuiyona, se dejan ver las tobas arenosas, verdaderas capas de arena, de distintos gruesos que en el valle de Batepito hemos encontrado debajo del aluvión y arcillas del diluvium. Estas arenas cubren las tobas conglomeradas, cuya edad hemos referido con duda al Plioceno.

Hasta llegar á Fronteras el camino continúa por el fondo del valle, muy pegado á los lomeríos de circumdenudacion, que lo limitan al O. y cuya altura, uniformemente igual de los dos lados del valle, traen sin esfuerzo alguno á la imaginación la sucesión de los diversos fondos ó niveles del valle, en el cual se ha labrado definitivamente su alveo el pequeño afluente del río Fronteras que corre por él.

De Fronteras á Moctezuma.—Como se ha dicho anteriormente, la formación de Fronteras se continúa sin interrupción hasta Turicachi en donde aparecen las rocas ígneas andesíticas y basálticas cuya textura varía entre porfídica, ampollosa y amigdaloide, que forman las eminencias que circunscriben al valle de Fronteras por el O.

Adelante de Turicachi se encuentra el cerro de los Nichitos, formado de rhyolita ? blanca alterada, que puede muy bien ser una andesita cuya abundancia de cuarzo provenga de la descomposición muy avanzada de la roca; pero que es difícil decidir por la simple observación macroscópica de la roca, siendo el estudio micrográfico de la misma el que decida de la verdadera naturaleza de ella. Hay además en el mismo cerro una andesita de color gris que corta y envuelve á la anterior.

Desde este punto hasta 3 kilómetros en la dirección del camino hacia el E., se extiende una loma de lava rojiza más ó menos ampollosa é idéntica á la de Turicachi. Los demás lomeríos que se descubren desde el camino, están formados de acarreo de grandes cantos y guijarros en la base y cubiertos por gravas y arenas, sobre las cuales vienen las arenas y arcillas más modernas que se extienden en los valles.

De los Nichitos al rancho de la Pera.—Formación del diluvium, y adelante, en los dos lados del camino, lomas formadas de brecha ígnea, probablemente andesítica y de color rojo parduzco. Esta brecha envuelve fragmentos de una roca gris que es indudablemente la misma andesita, pero sin haber sufrido alteración ó metamosfismo. Esta formación continúa hasta el cerro del Vigía, formado de una andesita de color gris claro, que tiene un rumbo de 35° N.O., y en la cual se ve muy marcada la estructura fluidal ó en corriente del magma imperfectamente cristalizado de la roca.

Siguen lomeríos de andesita, en parte cubiertos por acarreo y arcillas del Cuaternario, que viene á terminar en la base de un pequeño lomerío de una

roca de textura ampollosa, de color gris claro, que debe referirse á una variedad de textura del basalto plagioclásico, pero cuya naturaleza se determinará con exactitud cuando se haga el estudio micrográfico de las rocas colectadas en esta exploración. Esta roca está cubierta por una brecha ígnea, sobre la cual viene una alternancia de capas de toba arenosa de diversos gruesos; y finalmente, en la superficie una capa de brecha de elementos más pequeños que la que descansa sobre la roca ígnea. Estas capas son más jóvenes que la roca ígnea en que se apoyan, pues envuelven cantos y guijarros de dicha roca.

Adelante aparece una roca gris azulada, andesita hornbléndica, que corre con 10° N.O. y que se inclina 21° al O. El camino continúa por el fondo de una cañada, formada por cerros constituídos por rocas andesíticas, que tienen un rumbo de 30° N.O. que varía en algunos tramos y pasa á 25° N.O. El rumbo y echado de la roca cambian de un modo muy notable siguiendo el camino hacia el valle, al grado de no poder saber con certeza en la parte baja de los cerros, la dirección de la abertura que dió salida á estas rocas.

Vuelven el acarreo y arcillas del diluvium á aparecer en esta porción del camino, extendiéndose hasta las inmediaciones de Churunibabi, en donde se encuentra la brecha azulada y verdosa que hemos recorrido en la falda de la cordillera de Teras, levantada por el basalto.

Continúa el acarreo y arcilla en el fondo de la cañada, y las rocas andesíticas en los cerros que la forman, hasta llegar al mineral de Nacosari, en donde predominan rocas verdosas que se han descrito en México, como pórfidos dioríticos y anfibólicos, y que en mi concepto no son sino variedades de textura de andesitas anfibólicas; esto mientras el estudio al microscopio revela su verdadera composición, pues es bien sabido lo expuesto que es clasificar las rocas por sus caracteres exteriores, tanto más cuanto que en México he tenido oportunidad de descubrir que muchas de las rocas que se han clasificado como traquitas y pórfidos traquíticos, y en las cuales se presentan cristales de feldespato que tienen todo el aspecto de la variedad de ortoclasa, que se conoce con el nombre de sanidino, están compuestas en su mayoría de feldespatos plagioclásicos, y no es sino por excepción que se encuentra el sanidino.

Desde Nacosari hasta el valle de Cumpas continúan estas andesitas, que á veces son claramente porfídicas y á veces afaníticas, semejando en todo á las rocas que para recordar su textura se les ha dado el nombre de afanitas.

El valle de Cumpas es un valle estrecho que continúa el valle de Moctezuma, al cual se une por la cañada en que se encuentra, el pueblo de Jecorí y que es de la misma naturaleza que el valle de Moctezuma, cuya dirección media sigue con bastante aproximación. En todo el valle sólo se ve la formación del diluvium ya descrita, y no es sino después de haber dejado á Cumpas que el camino corta sobre rocas ampollosas amigdaloides, que pasan á rocas macizas de textura porfídica, las cuales desaparecen á poco andar cubiertas por la

formación del valle, que se extiende hasta adelante del rancho La Galera en donde se levantan lomas de lava.

Continúan después, del lado izquierdo del río y á lo largo del camino, cerritos formados de la roca andesítica amigdaloide que se describe en otra parte como constitutiva de la sierra de Bacachi.

Al cruzar el camino del río de Moctezuma en el pueblo de Jecori, se encuentran á ambos lados cerros formados por corrientes de lava, de las cuales se distinguen con bastante claridad las cuatro capas superiores compuestas de una roca compacta gris de estructura fluidal en la base y escoriosa y de color rojizo en la parte superior, teniendo cada corriente de lava un espesor que varía entre 5 y 7 metros.

Estos cerritos de lava continúan del lado derecho del río, pero del lado izquierdo por donde va el camino á Moctezuma desaparecen á un kilómetro y medio de Jecori, cubiertos por el acarreo y arcilla, que alcanzan juntos un espesor de 25 metros.

Desde aquí empieza á ensancharse nuevamente el valle y no se ven ya más que lomas bajas, de altura casi uniforme y de pendiente muy suave, que se extienden por un lado hasta la sierra de Bacachi, y por el otro, pasando por Moctezuma, hasta la sierra de La Madera, que separa á Moctezuma de Tonibabi. Estas lomas están formadas de acarreo y de arcillas, deben su forma y dimensiónes á la acción erosiva del agua corriente, muchísimo mas poderosa y activa á principios del Cuaternario que en la época actual, en que ha venido á disminuir tanto su energía, que sería un mal factor si lo empleáramos para medir la poderosa acción que ejerciera cuando el rellenamiento de los valles y el asurcamiento posterior de ellos, para dar salida á las aguas recogidas por las vertientes de las numerosas sierras que se encuentran en esta región del país.

Sierra del Boatachibe (tierra floja).—Continuación de la sierra de Bacatetebe (carrizo largo) está compuesta de rocas eruptivas modernas del grupo de las andesitas micacíferas, bastante alteradas en la parte superior, que adquieren las propiedades de una cantera de muy buena calidad, pero que no se encuentra en este estado con abundancia. Los cerros presentan en la superficie un aspecto de cerros compuestos de rocas despedazadas.

Las rocas tienen diversas texturas, andesíticas, más ó menos porfiroide en la parte inferior y semividriosa y vidriosa en la parte superior.

La fisonomía de las sierras es la de una montaña estratificada, debido á las corrientes de lava superpuestas. La roca tiene muy marcada la textura fluidal y la estructura tiende á la forma prismática. La dirección media de la sierra es de 30° N.O. La roca aparece en capas verticales en uno de los cerros con un rumbo de 20° N.O. que es casi el de la sierra. Respecto de la edad de estas sierras parece lo más probable que hayan aparecido á fines del Mioceno ó principios del Plioceno. En la superficie de la roca lo mismo que en las junturas hay una costra de hialita y cuarzo hialino.

Torín en la margen derecha del río Yaqui: — Terrenos de acarreo y arcillas

del diluvium, entre las cuales sobresalen lomitas de basalto ampolloso y escorioso. En las inmediaciones se encuentra el cerro del Corasepe de basalto y el del Onteme (cerro brojudo) que parece estar formado también de la misma roca.

De Torin á Buenavista.—Cuaternario en la llanura y basalto de diversas texturas en las lomas y cerros, de los cuales algunos llevan en la parte superior capas de destrozos de rocas ígneas. A la derecha del camino andesitas.

Buenavista está situado sobre una pequeña loma formada de conglomerado, igual al que se ha descrito de Oputo y he referido al Plioceno.

De Buenavista á Cumuripa.—El Cuaternario descansa sobre el conglomerado que he citado, que se encuentra en capas de inclinación muy débil hacia el N.E. y en el arroyo aparece una cantera roja y una zona gris que parecen ser la misma roca y que provisionalmente refiero al basalto ojoso, pues está sumamente alterada. Dirección 20° N.O. como la general de las sierras de esta parte del Estado de Sonora.

Adelante aparecen reventazones de granito que forma lomas bajas limitadas por cerros de roca ígnea del grupo de las andesitas. Cortando al granito viene una roca verde que tiene el aspecto de una diabasa, que unas veces forma diques de $0^{m}50$ á $1^{m}00$ y otras adquiere un notable espesor hasta constituir por sí sola lomas de poca elevación. La estructura varía desde granitoide á apizarrada afanítica de color verde, pasando por un estado porfiroide muy marcado, y en algunos lugares se asemeja al granito hornbléndico. Esta roca se extiende á ambos lados del arroyo cosa de 2 leguas.

De Suaqui á Los Bronces.—La misma formación anterior hasta 4 kilómetros próximamente, donde al salir del arroyo se pasan lomas rojizas de granito sumamente descompuesto, por cuyo motivo más bien parecen lomas de arenisca que de granito. De trecho en trecho se ven diques de granito criptocristalino y vetas de cuarzo. Adelante asoman rocas andesíticas (porfídicas) rojas metamorfizadas, apizarradas, muy trastornadas y vienen después los conglomerados y areniscas pliocenas? con rumbo dominante 35° N.O. y echado de 30 á 20° S.O., que cambia á poco andar por 5 ó 10°. Encima de este viene el acarreo del Cuaternario, compuesto de grandes cantos y finalmente las arcillas y margas modernas. La potencia del Plioceno es de 80 metros en algunas partes y el diluvium adquiere un máximun de 7 á 10 metros. Continúan las rocas pliocenas con rumbo de N.–S. y echado al E. de 15° á 30° sumamente onduladas.

Después del rancho de las Guasinas aparece una roca que tiene todo el aspecto de un basalto, pero que probablemente es una andesita de piroxena y hornblenda, á juzgar por las impresiones que han dejado en ella cristales alargados prismáticos que parecen ser de hornblenda descompuesta.

En las inmediaciones del rancho El Limón vuelve á aparecer el conglomerado plioceno y después sigue la roca rica en hornblenda, pero con mayor cantidad de hornblenda que la que tenía al principio, 50° N.E. vertical y 75° N.E. verticales.

Entre "Lo de Ocampo" y S. Javier empieza la formación del Triásico compuesta de arenisca y pizarras muy semejantes á las del Matzitzi; aparece conglomerado cuarzoso, etc. á la altura de 1065 metros. La formación de arenisca y pizarra caliza más ó menos negra ó verdosa, se extiende hasta San Javier y continúa rumbo á Los Bronces.

De San Javier á Los Bronces.—Adelante de S. Javier aparece cortando las pizarras y areniscas del Triásico una roca hornbléndica de diversas texturas, pero predominando la granitoide, que parece ser una diabasa. Las pizarras tienen un rumbo de 30° N.O y echado de 15° al N.E. Las dioritas ó diabasas tienen la misma dirección.

En el arroyo de Los Bronces á inmediaciones del Mineral del mismo nombre se encuentran numerosas minas de carbón establecidas sobre capas delgadas intercaladas en la pizarra. La pizarra aunque cargada de fierro lleva impresiones de helechos y cycadeas. Arenisca de grano fino y pizarra negra alternan repetidas veces. Debajo de la arenisca está la capa de carbón. Rumbo 20° N.E. echado 35° S.E. Alternancia de capas de pizarra con carbón en capas de $2^{m}20$ de potencia, carbón de buena calidad.

En la cima de la formación de pizarra viene un conglomerado de cuarcita de pasta ó cemento constituído por arenisca cuarzosa, enteramente semejante á la arenisca cuarzosa que alterna con la pizarra. La pizarra es sumamente calcárea en la parte superior y entonces tiene un color verdoso ó rojizo y está desprovista de carbón; debajo aumenta su proporción en arcilla y entonces adquiere á veces el color rojo vivo que le comunica el sexquióxido de fierro, pero mas comúnmente se tiñe de negro por la presencia del betúm.

El Atlántico, capa de 10 pies de espesor de carbón de muy buena calidad; á 2 pies del manto se encuentra constantemente una capa de pizarra negra con impresiones. El rumbo es de 5° N.O. y el echado de 27° al S.E. El piso es de pizarra que descansa en arenisca y el techo es de pizarra. En la capa de pizarra (caballo) se encuentran hilos de pirita que también existe en el carbón aunque irregularmente, siendo en algunos puntos muy abundante. El carbón está á veces completamente teñido de rojo y lleva pegaduras de ocre rojo en las caras de fractura. La oxidación de las piritas engendra caparrosa, sobre todo cerca de la superficie y de la puerta de la mina, es decir, allí donde el acceso del aire es más fácil y continuo. Longitud explorada 100 metros sobre la cabeza de la capa con 9 pozos que la cortan en los lados.

Mina la América ó Palo Prieto.—Carbón de buena calidad, nodular, lustroso, de lustre resplandeciente, fractura concoidea más ó menos perfecta; ligero, de color negro en la raspadura. Este carbón parece haber sido más bituminoso pues se notan las transiciones de carbón bituminoso á hulla antracitosa ó hulla seca; y en un mismo ejemplar se ven capitas de diversas texturas de carbón. Este carbón es más puro en la capa que el del Atlántico y lleva menos pirita que él.

Flete de 138 kilogramos (1 carga) á Las Animas $0.62, y el tumbe de una

tonelada $1.00. De Cumberland á Las Animas flete de 138 kilos, $0.37 y $0.18 á Los Bronces.

Rumbo de la capa 15° N.E. con 25° echado al S.E. En el techo arenisca de grano fino de color verdoso y en el piso diorita, que he encontrado dislocando las pizarras y la capa del Atlántico. El espesor de la capa es de $4^{m}90$ aunque no toda ella es puro carbón, pues hay algunos hilos de pizarra negra con hilos de pirita. Inmediata á las capas hay un cambio de rumbo que echa la pizarra de N. á S. y por consiguiente indica que hay una falla. El echado cambia de 25° á 35°.

En el arroyo de Tarahumare se encuentra la mina antigua de Sta. Clara, que está abierta en una capa de carbón inclinada unos 25° ó 32° al S.E. y corre 10° N.E. El espesor de la capa es probablemente de $2^{m}20$. El carbón es de buena calidad y aunque lleva alguna pirita diseminada ésta no es tan abundante como en algunas otras minas, que modifica sensiblemente el peso específico del carbón y produce cenizas muy ferruginosas y corrosivas que destruyen las barras de las parrillas. Esta parece ser la capa de la América en la zona de Los Bronces ó de La Higuera.

Otra mina de la posesión de la zona Sta. Clara presenta la capa con un echado de 22° al S.E. y de 15° N.E. Carbón de buena calidad, hulla seca que se quema en las calderas en la mina Noche Buena. El espesor de la capa de carbón es de 2 metros y se encuentra intercalada entre capas de pizarra bituminosa en el alto y en el bajo siendo menos carbonosa y teniendo el aspecto de esteatita pizarra.

Primera boca de la Guásima en la margen derecha del arroyo de Tarahumare: capa de carbón de 3 metros de espesor con rumbo N.E.–S.O. é inclinación de 22° al S.E.

Segunda boca de la Guásima en la misma margen del arroyo de Tarahumare: capa de carbón de 3 metros de espesor rumbo 20° N.E. y echado 35° al S.E.

Tercera boca de la Guasima: en el mismo arroyo y margen que la anterior; rumbo y echado iguales y carbón de calidad suprema.

Entre Tarahumare y San Antonio de la Huerta, alternancia de pizarra y arenisca con rumbo 35° N.E. y 30° á 45° echado al S.E.

La formación de pizarras y areniscas continúa hasta 3 kilómetros antes de llegar á San Antonio de la Huerta, en donde aparece una roca que tiene el aspecto brechiforme y de un pórfido descompuesto. Esta roca disloca las pizarras y sigue hasta San Antonio. Las pizarras y areniscas cambian mucho su rumbo y echado, siendo el primero de N.E. á S.O. 20° y también de 35° N.O. y el echado al E. y N.E. de 35°á 90°. Hay lugares en que corren casi de E. á O. Las pizarras son sumamente arcillosas cerca de la superficie y de colores sumamente vivos, de diversos tonos de amarillo y rojo, presentándose unas veces los dos colores en una misma capa y otros alternando. Las areniscas de grano grueso forman bancos de 5 á 7 metros de espesor, compuestos de diversas hiladas alternativamente gruesas y finas y adquiere en algunos el as-

pecto y solidez de una cuarcita y en otras hiladas pasa á una brecha de guijarros chicos y grandes.

He visto intercalada y muy en la superficie capas de conglomerado, que en otros puntos está en estratificación discordante con las pizarras y que probablemente es accidente á consecuencia del resbalamiento del conglomerado sobre la pizarra, que tiene casi igual inclinación. Las pizarras tienen la apariencia de las famosas margas irisadas del Keuper.

En la ribera izquierda del río Yaqui y enfrente de San Antonio de la Huerta siguen las areniscas y pizarras con rumbo 30° N.E. y echado al E. de 15° y después S. 45°.

En el vado de La Cruz se encuentran capas verticales de arenisca, pizarra calcárea silizosa y piedra lídica, como las capas cretáceas de Tehuacán. La piedra de toque forma capitas de espesor de 2 á 5 y 15 centímetros que alternan en número sumamente grande. En este punto se ve la cresta del anticlinal y empiezan las capas á inclinarse al N. y S. ó ya en ángulos variables entre 80° y 30°.

Sobre la roca alterada parda rojiza (morada), que es una andesita, viene un conglomerado que buza bajo un ángulo de 15°. al N.E.

A continuación vienen lomeríos de granito porfiroide y de grano fino con diques de granito hornbléndico muy cargado de hornblenda, y en esta clase de roca está abierto el cajón del Carrizo. Entre el granito que está todo atravesado de vetillas de feldespato que se cortan bajo todos los ángulos posibles, se levantan crestones de cuarzo graso sumamente blanco ó blanco azulado. A consecuencia de las numerosas vetas que lo atraviesan, se divide en poliedros de dimensión casi uniforme. Adelante, siguiendo la cañada, la diorita ó sienita predomina sobre el granito y desaparece debajo del conglomerado que hemos visto en Teras y Cumuripa. Sobre él está el rancho La Vinatería del Sásachi á 600 metros de altura.

En el punto en que se aparta el camino de Arivechi del de Bacanora, se ve un basalto hojoso levantando el conglomerado que hemos referido al Plioceno. Entre este lugar y el Sásachi asoman de vez en cuando areniscas calcáreas y pizarras que pertenecen muy probablemente al Cretáceo.

El basalto continúa unas veces coronado por el conglomerado del Plioceno y otras enteramente á descubierto y al llegar á La Vinatería de Batemaneco asoma una reventazón de granito que queda cubierto en parte por el conglomerado del Plioceno.

Cerro de las Conchas á 8 kilómetros de Arivechi (hormiga amarilla): formación de pizarras arcillosas y calizas pasando por margas, de color blanco amarillento sucio, ferruginosas, que forman capas que alternan con otras de arenisca calcárea bastante resistente. El cerro de Las Conchas está al S.E. del pueblo de Arivechi.

Las capas fosilíferas se encuentran á 600 metros de altura en el pueblo y continúan 250 metros mas arriba rumbo N. 20° O. El rumbo de la sierra aquí es de N. á S.

De Arivechi á Sahuaripa el camino va por el río de Sahuaripa que ha labrado su cauce en unas lomas de conglomerado y areniscas del Plioceno sobre las cuales descansan en estratificación concordante las arcillas con detritus del Cuaternario entre las que se han encontrado osamentas de elefante. Estas capas no son horizontales sino que están inclinadas bajo un ángulo de 5° próximamente hacia el E. Las lomas formadas por estas rocas están circunscritas por lavas basálticas muy escoriosas que avanzan algunas veces hasta la margen del río.

Sahuaripa está situado sobre una loma de la misma constitución que las anteriores, á una altura de 275 metros.

Entre Sahuaripa y Bacanora, á 5 kilómetros del primer punto, se cruza una sierra que presenta sus estratos inclinados hacia el S.O. bajo ángulos comprendidos entre 10° y 18°. La dirección de las capas que es también la de los cerros es de 30° N.O. Los estratos están formados por una pizarra roja y pardo-rojiza sobre la cuál vienen pizarras calizas y caliza compacta gris cenicienta y azulada. Adelante á 12 kilómetros de Bacanora empiezan los basaltos ampollosos y las rocas eruptivas del grupo de las andesitas; y en la parte baja y cerca del arroyo, el conglomerado grueso que hemos referido al Plioceno.

Soyopa. (Mineral).—Pizarras metamórficas (phillades) formando un anticlinal orientado 50° N.O. Parece haber sido una micapizarra ó pizarra arcillosa; hoy conserva un lustre de seda como las pizarras satinadas, aunque no es común el lustre pues abundan las pizarras mates.

De Soyopa á Tecoripa.—Pizarras metamórficas con rumbo 50° N.O. y echado al E. y granito que se presenta en capas levantadas y como si hubiera sido sedimentario, pero debido á los cruceros de las rocas, y orientado N. 25° O. y después conglomerado rojo del Plioceno y Cuaternario arriba.

De Tecoripa á San Marcial. — Formación de arcillas, margas, etc. del diluvium y en algunos parajes conglomerado del Plioceno Antes de llegar al rancho La Cuesta aflora el granito hornbléndico que hemos encontrado en otros puntos. Los cerros parecen estar formados de rocas eruptivas, probablemente andesitas en unos y basaltos en otros; siendo estos últimos los que han atravesado el conglomerado plioceno. Al llegar á San Marcial, 4 kilómetros antes, el camino pasa por una ceja de roca ampollosa sumamente descompuesta que parece haber sido un basalto.

Mina del Lápiz cerca de San José de Pimas.—Capas de grafita muy delgadas intercaladas entre capas de una roca de arcilla apizarrada y arenisca verticales y con un rumbo N. 75° O. 35° N.O. y 40° echado al S.

Desde antes de la mina El Lápiz hasta el rancho El Cajón, granito hornbléndico muy cargado de hornblenda en el Cajón y muy pobre en hornblenda cerca de la mina El Lápiz.

San Luis, Nuevo León y Tamaulipas.

De Catorce hasta el rancho de la Boca. — Filades, caliza apizarrada y compacta de color gris negruzco, fétida y desprovista de fósiles, muy cargada de concresiones silizosas y atravesadas por bandas de piedra lídica, dispuestas paralelamente á las capas de caliza. Los estratos están sumamente dislocados, formando pliegues de diversas figuras y dimensiones: unas veces son pliegues derechos, otras oblicuos y aun invertidos, volteados en su mayoría hacia el N. 15° E. En algunos puntos se conservan los pliegues anticlinales íntegros formando bóvedas, que se enlazan entre sí por medio de pliegues inversos variando en su anchura hasta pasar á anticlinales. Los núcleos de los pliegues directos son los que se observan con más frecuencia, los de los anticlinales apenas me ha sido posible verlos en dos ó tres puntos. El caso más frecuente ó general es de los pliegues directos y anticlinales descopetados por la erosión, haciendo el efecto de que las capas presentan en la actualidad una disposición que de vertical pasa á divergente, en los sinclinales, formando pliegues compuestos en abanico.

El aspecto general de la caliza, es el de la caliza cretácea de cerca de México, y la abundancia de piedra lídica hace más completa la semejanza, al grado de que si no fuera porque he visto la transición de esta caliza á las pizarras calizas y areniscas margosas fosilíferas de Catorce, Alamitos, etc. y en los que he visto Perisphinctes, probablemente de la especie plicatilis de Sowerby, fosilizados en piedra lídica, hubiera tomado sin vacilar esta caliza por cretácea; pero la circunstancia que acabo de mencionar y la destitución absoluta de fósiles que autorizan la referencia de dicha caliza al Cretáceo, hacen considerarla como perteneciente, con las pizarras y areniscas que están subordinadas, al sistema Jurásico y á su parte superior; pues como he indicado ya, las calizas compactas pasan insensiblemente á pizarras calizas, y estas cargándose más y más de arcilla, pasan por el estado margoso hasta terminar en verdaderas filades por sus caracteres exteriores.

Según las observaciones que tuve la oportunidad de hacer en las filades de distintos puntos éstas van perdiendo su estructura esquistosa ó pizarreña imperfecta, á medida que se les encuentra en puntos más y más elevados hasta llegar á adquirir el carácter de las margas, tanto por la abundancia de cal que contienen, como por la estructura que de esquistosa pasa á desmoronadiza, y esto con la particularidad que presentan las margas de descomponerse en fragmentos que tienden á formas geométricas más á menos irregulares. El grano varía también de pelítico como en la base, á arenoso fino en la parte superior Estas pizarras arcillosas (filades) aparecen á alturas que van siendo mayores. cuando se hace el ascenso de la sierra, de tal manera que en la falda están enteramente cubiertas por la caliza que se presenta compacta, en bancos poderosos y muy cargada de sílice, sumamente dislocada pero con sus pliegues volteados hacia el eje de la sierra; y una vez que se ha subido unos 100 me-

tros en unos talwegs y en otros 200 metros ó más, empieza á asomar la filade, que alcanza su mayor altura en los cerros de los Angeles, etc., que rodean á Catorce, para seguir una marcha contraria en la otra vertiente de la Sierra de Catorce.

Del Rancho de La Boca á Matehuala.—La caliza queda cubierta por poderosa formación aluvial y diluviana.

De Matehuala á rancho del Cerrito. — Aluvión y diluvium, constituído por arcillas margosas y légamo que forman todo el estrecho valle de Matehuala. En el rancho del Cerrito empieza la falda occidental de una sierra orientada 18° N.O. con su mayor pendiente hacia el N.E. La roca de que están formados los cerros que quedan á uno y otro lado del camino es una caliza compacta, gris cenicienta y fosilífera, dispuesta en capas inclinadas hacia el valle y dirigidas 18° N.E.; en el rancho de La Viuda el echado varía entre 15° y 32°.

Del rancho de la Viuda á Doctor Arroyo (Valle de la Purísima).—Continúa la caliza encubierta por el diluvio, pero en partes asoma presentando todos los caracteres de la caliza que corona la formación de Catorce, y que ya hemos dicho se asemeja á la caliza cretácea. La población de Doctor Arroyo está situada en un estrecho valle que corre de N. á S. y tiene 6 kilómetros de ancho; quedando la población en la falda casi de la sierra que limita el valle por el lado E.

De Doctor Arroyo á Miquihuana.—El camino pasa por la falda de una sierra caliza de capas plegadas y las rotas están verticales con un rumbo de 20° N.O. Las sierras del Viejo y la paralela que queda al E. de la anterior, así como la de Bustamante, están orientadas 40° N.O. en la del Viejo y 20° á 25° N.O. las otras dos. En los estrechos valles que quedan comprendidos entre ellas se hallan establecidas haciendas y ranchos, siendo de todos el vallecito de Hacienda del Carmen el de mayores dimensiones, así como también en el que el aluvión y diluvium tienen mayor espesor.

La roca cretácea es una caliza compacta, fétida, de color gris ceniciento á negro azulado, enteramente desprovista de fósiles, en las lomas por cuya falda pasa el camino; pero del mismo aspecto que la caliza que en Catorce viene encima de las filades aunque más escasa de piedra lídica y en algunos puntos, sobre todo en las inmediaciones de Miquihuana, siguiendo el camino, totalmente desprovista de piedra lídica.

En Miquihuana en la falda de la sierra del mismo nombre he encontrado cantos y guijarros rodados de una caliza granuda, verdoso-amarillenta, fétida, muy rica en Gryphaeas que se asemejan á la Gryphaea Pitcheri Morton. La roca misma tiene el carácter de la arenisca y calizas del Cenoniano de los Estados Unidos en que se encuentra la gryphaea anterior.

De Palmilla á Jaumave.—Calizas iguales á las de Miquihuana.

De Jaumave á La Mula (inmediaciones).—Cuaternario reciente, descansando sobre pizarras arcillosas y calizas.

De La Mula á Las Minas.—Continúa la caliza desprovista de fósiles, que he-

mos venido encontrando desde Catorce. En Las Minas aparece una pizarra roja á la altura de 1050^{m} alternando con un conglomerado rojo y pintado de verde, semejante al "Frijolillo" de Guanajuato. Este conglomerado pasa á una arenisca roja de grano grueso y fino y toma en algunos puntos un color gris, pareciéndose entonces á la roca de Catorce que Burkart designó con el nombre de grauwacks ó vacia gris. Pasado el rancho Las Minas y á una altura de 1000 metros asoma una reventazón de una roca esferolítica de color que varía entre blanco moteado de verde y verde á rojo pardusco, que parece ser anterior al depósito de la pizarra, pues que ésta así como el conglomerado que con ella alterna, contienen la substancia verde que sirve de cemento en la roca ígnea.

La pizarra está subordinada á la caliza compacta de fractura astillosa y corroida en lo general, observándose perfecta conformidad en la estratificación. Esta concordancia está muy claramente manifiesta en el recorte del cerro para la apertura de un camino carretero que está en construcción de Victoria á Palmillas y Tula. Allí las capas de pizarras y las de caliza están sobrepuestas y plegadas, notándose la uniformidad de estratificación. Las crestas de los pequeños anticlinales en este punto tienen la orientación 5° N.O., y adelante pasan á 5° N.E. Las capas se presentan inclinadas bajo un ángulo de 45° cerca de los anticlinales, y pasan á ser verticales y de echado inverso en las partes correspondientes á los sinclinales.

A cosa de 10 kilómetros siguiendo el curso del camino y paralela á un tramo de él hay una capa de caliza fosilífera con un rumbo N. 10° O. y echado de 40° á 70° al N.E. Los fósiles que he podido reconocer son Belemnites y amonoideas, algunas bastante confusas y una que otra bien claras para permitir una identificación. Entre los cephalópodos hay una Puzosia y las Belemnites se asemejan á las especies mínimus Lister y bipartitus Blainville.

Después empiezan las capas más jóvenes que vienen á quedar en el sinclinal y éstas son muy ricas en piedra lídica.

Progreso—Está situado en una cañadita á 770 metros sobre el mar; el subsuelo es de un conglomerado de guijarros y cantos calizos cementados por una pasta arcillosa. Este grueso conglomerado es de mucha potencia, alcanzando en algunos puntos 30 metros y más; en la base es sumamente resistente y pasa insensiblemente á ser cada vez menos coherente, hasta llegar á convertirse en un aglomerado á 2 metros de la superficie. En este aglomerado se ven naturalmente colocados blocks, algunos de más de 2 metros cúbicos, del conglomerado inferior.

La idea que me he formado acerca de la antigüedad del conglomerado, es que el primero data de á fines del Terciario, mientras que el segundo pertenece al Cuaternario. Las razones que me sirven de fundamento para aceptar la antigüedad relativa anterior, son las siguientes: habiendo surgido de las aguas del mar cretáceo, los estratos dislocados y replegados, constituyen hoy la cordillera de la Sierra Madre de Tamaulipas, y habiéndose conservado dichos estratos desde entonces en las condiciones y equilibrio que presentan en

la actualidad (pues no hay por ninguna parte indicio alguno de movimientos durante el Terciario), es de suponerse que desde aquella época la acción erosiva del agua en movimiento se ha estado verificando sin interrupción, si bien ha sido de intensidades variables. Así las cosas, la sedimentación y acarreo de las vertientes de la Sierra Madre han sido continuadas y el Cuaternario y el Terciario se encuentran aquí en superposición directa; y como por otra parte el conglomerado resistente se encuentra á alturas muy considerables sobre el aglomerado y formando las paredes de barrancas más ó menos profundas por las cuales corre hoy el agua que baja de las montañas, y además este conglomerado lo he visto formando parte del aglomerado y acarreo del Cuaternario, me inclino decididamente á fijarle para su época de formación el Terciario Superior ó Plioceno, sin que me sea dable precisar á qué subdivisión del sistema petenezca, por la falta de datos tanto litológicos como paleontológicos.

En el descenso de la falda de los últimos estribos de la Sierra Madre y ya para pasar á la monótona llanura de la costa está situada la ciudad de Victoria, capital del extenso Estado de Tamaulipas.

De Victoria á Monterrey.—De Victoria á San Isidro: llanura situada en la continuidad de la falda E. de la Sierra Madre, con pendiente sumamente suave y formada de arcillas y margas arcillosas descansando en acarreo calizo grueso.

La dirección media de la Sierra Madre entre San Isidro é Hidalgo, es de 20° N.O. La formación de todo este tramo de camino es diluviana que descansa en pizarras comunes cretáceas como las que encontré debajo de la caliza de la Mula y que salen á la superficie en muchos puntos particularmente en las inmediaciones de Hidalgo.

De Hidalgo á Villagrán por San Matías y Arroyo del Salero.—El camino continúa por la llanura, acercándose á veces mucho á la falda de la Sierra Madre que en este tramo de su curso tiene la dirección de 10° N.E. En aquellos puntos en que el camino se aproxima más á la falda de la sierra, el terreno es un poco más accidentado y se atraviesan algunos lomeríos de poca elevación sobre la llanura y por entre los cuales corre el río. La ligera capa de tierra vegetal en que se fija la relativamente abundante vegetación de esta zona baja, cubre unas veces á la pizarra margosa arcillosa, que viene debajo de la formación de caliza compacta de la Sierra Madre, y otras veces al conglomerado y acarreo calizo que hemos encontrado en los talwegs y cañadas de la sierra. La pizarra es dominante desde antes de San Matías hasta Villagrán, y se presenta en capas verticales orientadas 30° N.O., mientras que el conglomerado y el aglomerado parecen estar perfectamente horizontales. La pizarra en la superficie y hasta algunos metros debajo, está completamente alterada y se asemeja notablemente á una marga muy arcillosa y desmoronadiza; tiene un crucero oblicuamente á las superficies de estratificación y otro perpendicular que facilitan la desagregación en barras más ó menos regulares.

Adelante de Villagrán, á unos 2 kilómetros, aparecen las pizarras alternando con areniscas margosas verde amarillentas, con un rumbo de 40° N.O.

En la hacienda de la Parida la pizarra desaparece encubierta por arcillas y acarreo del Cuaternario. La sierra del Pelón y contiguas, que son la continuación de la Sierra Madre, corren N.O. 20°. Desde aquí hasta Linares se ven pizarras cubiertas por ligera capa de tierra vegetal, y el camino atraviesa numerosas lomas de poca altura llegando á lo más á 50 ó 60 metros sobre la llanura.

De Linares al Rancho de la Parida.—Pizarras calizas verticales y con rumbo N.O. 10°; á veces cambian de inclinación y se echan al O. bajo ángulos de 90° á 45°.

De la Parida á Montemorelos.—Pizarra caliza y arcillosa que pasa insensiblemente la una á la otra, con rumbo 35° N.O. y 30° echado al S.O. en el arroyo que está para llegar á Montemorelos.

De Montemorelos á Allende, Huajuco y Monterrey.—Pizarras más ó menos cargadas de carbonato de cal hasta pasar á caliza apizarrada unas veces y otras á pizarra arcillosa. En todos los puntos en que el camino permite tomar el rumbo y el echado de ellas por quedar á descubierto las cabezas de las capas es, como rumbo dominante, 30° á 40° N.O. y echado al S.O. bajo 30° como inclinación más frecuente, pero también pasa á 50° y completamente verticales, siendo menos frecuente el último caso y sí casi constante el echado comprendido entre 30° y 45°, de manera que se puede decir de un modo general que las capas se inclinan al S.O. y las lomas y cerros comúnmente presentan su mayor pendiente hacia el N.E. La circunstancia de que las sierras, eslabones de la cordillera de la Sierra Madre, estén formadas de pizarras calizas, dislocadas por presión lateral, hace que no se pueda encontrar constancia alguna en la pendiente, pues unas veces los anticlinales se conservan todavía cerrados y muy claros y entonces la pendiente es casi la misma en las dos vertientes; en otras los pliegues están inclinados ya al N.E. ya al S.O. y finalmente hay muchísimos pliegues descopetados ó destruídos por la erosión, y entonces sucede que en los tramos en que una ala ha sido destruída la sierra es asimétrica en su pendiente del lado desgastado, ó bien que los sinclinales desgastados formen cerros de pendientes sumamente fuertes, que llegan á 70° y 80° en algunas porciones de la misma vertiente. En sus alrededores la sierra tiene una dirección de 30° N.O. y las crestas de los anticlinales 40° N.O.

De Monterrey á San Francisco Apodaca y Agua Fría.—El terreno es una llanura en la cual existen oteros muy escasos y limitada al N.E. por una sierra y al S.O. por la sierra de Monterrey. En la superficie vemos ligera capa diluviana y de arcillas contemporáneas; debajo formando el subsuelo, sobre todo en la porción S.O. y N.O., toba caliza arcillosa, con proporciones variables de arcilla empastando grava, chinas y guijarros calizos; esta toba alcanza hasta 10 metros de potencia en algunos parajes, pero generalmente su

potencia es inferior á este número. En Agua Fría se descubre la pizarra de bajo de la toba caliza que sólo tiene aquí 2 metros de espesor.

De Agua fría á Doctor González (Antes Villa de Ramos).—Arcillas sobre acarreo y este descansando en las pizarras que hemos encontrado en la sierra madre de Tamaulipas.

De Doctor González á Rancho Realito.—Acarreo y arcillas cubriendo á las pizarras calizas y arcillosas orientadas de E. á O. y 35° N.O. con echado al N.E.

De Cerralvo á la Mesa.—Arcillas del diluvium y recientes que cubren al acarreo calizo.

De la Mesa á Villa Treviño. (Puntiagudo).— Llanura formada de arcillas, barros del Cuaternario moderno.

Entre Chicharrona y Mier asoma una arenisca blanca agrisada tierna semejante á la de Salinas, con rumbo 20° N.O. y echado de 5° al N.E. La arenisca varía de color del amarillento sucio al rojo pardusco. Hasta Mier continúa la formación de areniscas más ó menos tiernas y de colores rojo pardusco, amarillento sucio y blanco agrisado, con echados comprendidos entre 2° y 10° al N.E. y rumbo de 20° N.O.

En los alrededores de Mier se han encontrado capitas escasas de carbón que tienen el aspecto de una lignita, aunque la raspadura queda negra y no parda como corresponde á la lignita. Los puntos en los cuales se ha demostrado la existencia, á juzgar por las muestras traídas á la población y que han sido usadas por alguno de los herreros, son los siguientes: Las Flores, La Botija á 4 kilómetros de Aguanegra y Salinillas á 20 kilometros al N. de Mier. En este último punto es en donde el carbón adquiere mayor potencia y el único que en las inmediaciones de Mier sería costeable explotar. Los trabajos en todos los lugares citados han sido abandonados. El criadero de Salinillas parece corresponder á la misma capa, que con un espesor de 1 pie se encuentra en el lado americano.

He visto también muestras de pirita encontrada en parajes cercanos y galena en grandes cubos hasta de dos centímetros por lado que han recogido entre el acarreo de un arroyo á orillas de la población.

Hay además á menos de 4 kilómetros de la orilla, grandes y abundantes bancos de ostreidos fósiles, perfectamente conservados y que desde hace muchos años emplean los vecinos para sacar cal calcinándolos, obteniendo de esta manera la cal de mejor calidad de todos estos contornos.

Existe una fuente de agua sulfurosa que utilizan para curar las enfermedades cutáneas. Esta fuente es llamada La Azufrosa y dista apenas unos 3 kilómetros. El terreno no presenta mas que numerosas lomas alargadas, de pendiente suave y de altura casi uniforme, separadas por depresiones poco profundas y bastante anchas, que causan ó producen desniveles poco sensibles, de 10 á 15 metros á lo más, y las lomas conservan sus dorsos aparentemente á la misma altura. Es por esto que á distancia abarcando una gran extensión de terreno

el suelo parece completamente plano, sin que nada indique las numerosas depresiones que la erosión ha originado en él.

Las capas de arenisca fina de diversos colores que forman este suelo se presentan formando ondulaciones de pendientes suavísimas, sin que coincidan las eminencias con las bóvedas de los pliegues, sino que unas veces la loma la forma un pliegue y sus dos laderas corresponden á las alas del pliegue y otras veces en la parte superior aparecen las capas cortadas con rumbo dominante de 20° N.O. y echado de 10° al N.E. La manera como están dispuestas las capas de arenisca es constante y consiste en alternancia de capas más ó menos coherentes; sucediendo que cuando una de las últimas queda á flor de tierra, el desmoronamiento fácil de ella y la acción del viento combinados hacen que el suelo esté cubierto con una aparente irregulariridad por su distribución, de una capa de arena fina que tiene en las partes bajas un espesor de 10 á 12 centímetros y quizá más, y á primera vista llame la atención del viajero la frecuencia de estos arenalitos diseminados en desorden sin que se comprenda su procedencia.

En la loma del Rodeo, en la orilla derecha del río de Nieve, se encuentran capas fosilíferas muy ricas en fósiles. La roca de que están compuestas estas capas es de arenisca fina margosa alternando con arcillas. La arenisca es semejante á la que hemos recogido cerca de Chicharrona y está desprovista de fósiles; es en las capas arcillosas en donde abundan los fósiles. Las capas están casi horizontales y á veces se inclinan al N.E.

He visto varias capas fosilíferas dispuestas de la manera siguiente: una capa delgada de 8 centímetros de Turritella, Cardita, etc.; encima capas sin fósiles, á continuación capa de 60 centímetros de Ostreas, nuevas capas sin fósiles y de esta manera en 20 metros de altura se repiten tres capas de las fosilíferas, viniendo en la superficie la arenisca desmoronadiza, amarillenta, sucia, de que hemos hecho mención.

El manantial de agua sulfurosa está entre las rocas que cubren las capas fosilíferas del río Mier al S.E.

De Mier á Camargo.—Hasta el rancho de las Guerras está descubierta la arenisca y formación fosilífera; allí desaparece cubierta por arcillas y acarreo en la base de la formación aluvial que adquiere en algunas hondonadas más de 10 metros de espesor; de esto están formados los paredones del cauce del río Bravo; y siendo tan fofo y desmoronadizo, el río ensancha notablemente su cauce á expensas del territorio mexicano que en este pueblo ha perdido tres cuartos de legua de N. á S. En las inmediaciones de Camargo asoma en algunos trechos la arenisca y desaparece luego cubierta por las arcillas y acarreos, siendo la aparición por tramos pequeños é irregularmente repartidos.

El terreno comprendido entre Mier y Camargo, es sensiblemente menos accidentado que el de Mier á Cerralvo, es decir, es una llanura de pendiente suavísima y uniforme en la cual no se levantan protuberancias ni colinas, y las pequeñas lomas que se encuentran apenas se alzan sobre la llanura unos 10 metros.

De Camargo á Rancho Javali—Pasando por Santa Gertrudis, Los Sauces, Santa Lucía y las Peñas se observan arcillas y acarreo en la base.

A 8 kilómetros de Méndez, en el camino de Valerio á Méndez, comienza el conglomerado calizo grueso que hemos encontrado en la falda de la Sierra Madre, y sobre éste viene el acarreo y arcillas del aluvión y diluvium del Río Bravo.

De Méndez á inmediaciones de Burgos.—Cuaternario reciente; en Burgos aparecen las capas de la formación de Mier cubiertas por acarreo de guijarros y cantos calizos y encima acarreo de elementos pequeños muy ricos en piedra lídica, sobre el cual vienen las arcillas modernas.

A 13 kilómetros al E. de Burgos existe un yacimiento abundante, á decir de los vecinos del pueblo, de caparrosa, en la cual según una muestra, se ve el mineral cristalizado en prismas y tablitas más ó menos verdoso. La substancia negra que consideraban carbón y parece una piroxena, se encuentra en vetas, según dicen, en La Mesa, en las inmediaciones de Burgos camino á Cuevillas.

El agua de las norias y de la mayoría de los arroyos, desde Camargo al Real de San Nicolás es salada, y en algunos lo es en tal grado, que no la pueden tomar ni los animales.

De Burgos á Santa Olalla—El cerro de Burgos es de basalto más ó menos ampolloso; el resto de los cerros y lomas, de caliza metamorfizada, dispuesta en capas delgadas que de horizontales pasan á verticales en algunos puntos. Intercalada entre las capas de caliza se encuentran capas verdosas de creta glauconiosa.

Se nota desde la falda de la sierrita á Cruillas, terreno Cuaternario reciente, compuesto de arcillas en la parte superior y acarreo calizo de gruesos elementos debajo.

El camino de Santa Olalla al Real de San Nicolás va por el fondo de un cañón, y los cerros que lo forman son de caliza compacta más ó menos metamorfizada, dispuesta en capas horizontales y ligeramente plegadas de E. á O. aproximadamente. La caliza es más apizarrada, es decir, se separa en lajas delgadas de 3 á 5 milímetros de espesor en la parte superior, y en la inferior forma capas poderosas de 1 á 1½ metros. Las capas superiores son las que vienen cargadas de piedra lídica, depositada en lechos intercalados entre las capas de caliza, que en unos casos se continúa por grandes distancias y en otros solamente está repartida en lentes, cuyas dimensiones disminuyen hasta llegar á constituir riñones intercalados en la caliza, pero dispuestos en fajas paralelas á los planos de estratificación.

Entre el Real de San Nicolás y San Carlos se extiende la sierra que empezamos á atravesar desde Burgos, que ya se ha dicho está formada por un basalto bastante compacto, que varía su textura hasta ser ojoso y escoriáceo, pero estos dos últimos grados son los menos comunes y es muy raro encontrar pedazos que los manifiesten.

A unos 3 kilómetros de San Nicolás y contados sobre el camino, aparece

el basalto de igual naturaleza que el del cerro de Burgos. La caliza ha sido ligeramente dislocada y esto ha facilitado la salida de la roca ígnea, pero ha sido en cambio metamorfizada, aunque no al grado de pasar á caliza granuda. Adelante, en los lados de la cuesta del Venado, hay cerros cónicos compuestos de una andesita hornbléndica que desaparece después y el camino baja al talweg comprendido entre cerros calizos.

El rancho de Marmolejo en el camino de San Carlos á Real de San José, está edificado sobre una reventazón de diorita, y adelante aparece la caliza cortada por una andesita hornbléndica; las capas de caliza están levantadas bajo un ángulo de 30° al S.O. y dirigida de 20° N.O. en la cuesta que sube al Puerto del Aire.

El cerro en que está la Cuesta del Pañito es todo de diorita cuarcífera, que se extiende en toda la cresta de los cerros. Un dique poderoso de magnetita y hematita, mezcladas con granate pardo de clavo (grossularita), corta á la formación de diorita de que está compuesto el cerro, y en la cima rompiendo las capas de caliza sobresale el dique formando un esbelto y airoso picacho á 985 metros de altura sobre el mar. Las capas de caliza han sido dislocadas y en el contacto de la bufa de magnetita se forma un pliegue anticlinal, cuya cresta corre de 60° N.E. con inclinación de 75° hasta 90°.

Desde antes de llegar á Baratillo se deja el cañón por donde pasa el camino y se entra al llano; aquí empieza nuevamente la formación del Cuaternario: acarreo de diversos gruesos sobre el cual viene la tierra vegetal. Así continúa hasta cerca de Padilla en donde aparece nuevamente en capas poco plegadas la arenisca tierna margosa de Mier, etc. Esta arenisca desaparece debajo del acarreo del Cuaternario reciente, que á lo largo de la falda de la Sierra Madre se encuentra constituyendo gruesos depósitos. La tierra vegetal adquiere un espesor de más de 2 metros. Victoria se encuentra al pie de una pequeña sierra, estribo de la cordillera de la Sierra Madre, que no es sino la continuación del sistema de montañas conocido en el país con el nombre de Sierra Gorda.

De Victoria á Cerritos.—En el Rancho del Naranjo hemos visto capas calizas cretáceas que tienen rumbo N. 20° O. y echado al N.E. que varía notablemente de 20 en 20 metros, pues la dislocación de las capas originada por presión lateral dejó estas capas plegadas en pliegues de distintos tamaños, en los cuales la relación de la abertura á la altura es sumamente variable, viéndose que unas capas hacen unas veces suaves ondulaciones y en partes conservan su horizontalidad primitiva, que más adelante pierden para formar pliegues tan estrechos que los lados buzan bajo ángulos de 70°á 80° y finalmente pasan á capas enteramente verticales.

De Victoria á Sta. Rosa. — El camino va siguiendo la falda de la sierra y debajo de la tierra vegetal se descubre en algunos puntos el acarreo de guijarros calizos correspondiente al aluvión del Cuaternario reciente, que tan extensamente se encuentra representado en el Estado de Tamaulipas.

De Santa Rosa á La Mina "El Naranjo".—Se sube por la extremidad de un

contrafuerte de la Sierra Madre y por la cresta de él se llega hasta 950 metros de altura para dejar de subir y empezar el descenso á la cañada del Naranjo. A medida que se va ascendiendo se tiene oportunidad de ir viendo las capas de caliza que ligeramente inclinadas hacia la llanura al principio se deprimen y levantan alternativamente para formar pliegues, que se suceden en el sentido longitudinal del contrafuerte; ya se observan en parte capas horizonlales, ya estas buzan hacia el N.E. ó cambian su echado al S.O., ó también, y esto es más frecuente, se inclinan entre 30° y 60° al S.O. La dirección de las capas es de 20° N.–O. y por consiguiente transversales al contrafuerte que constituyen, presentándose como líneas paralelas que se distinguen fácilmente á distancia y formando escalinata de peldaños numerosos para llegar á la cima en donde frecuentemente se encuentran horizontales, y no es raro también que las cumbres de los contrafuertes correspondan á los dorsos ó crestas de pequeños anticlinales que corren paralelamente al eje de la sierra y que son perpendiculares á la dirección media de los contrafuertes.

El carácter de la caliza es el mismo que hemos descrito en el itinerario de La Mula al Progreso, y aquí como allí la piedra lídica en numerosas capas ó en riñones dispuestos en zonas, solo se observa en la parte superior, ó por lo menos si no la caracteriza, es en ella más abundante que en la inferior.

Sobre la caliza con piedra lídica descansa la formación de pizarra margosa (margas de la cima del Cretáceo) que se encuentran en Linares, Montemorelos, Marín, etc.

El camino del Naranjo al rancho del Alamo sigue al principio el fondo del cañón que hemos designado con el nombre del Naranjo por estar en él la mina de dicho nombre, y ya para salir al llano se ven las capas de margas apizarradas, aparentemente concordantes con las de caliza cargada de piedra lídica, que con el mismo rumbo y echado de 30° á 20° hacia el llano, se hunden debajo de la marga, que es la única que desde la boca del cañón se observa hasta llegar á El Alamo, en donde la acción erosiva del agua en movimiento ha formado numerosas lomas y mesetas, de altura casi uniforme, pero que tiende á disminuir á medida que se camina hacia la llanura. Son todas estas lomas y mesetas debidas, pues, á la circumdenudación, y cuya altura corresponde al nivel que tenía la llanura cuando se empezó á verificar su delineación ó trazo por el agua, y esto antes del depósito del acarreo de gruesos cantos y guijarros calizos de que tanto me he ocupado, pues que se le encuentra coronando las mesetas que hoy separan surcos si no profundos si muy anchos y numerosos. Desde las cumbres de la sierra se domina toda la extensísima llanura que en las partes bajas parece ser enteramente plana, toda surcada y corroída por el agua, que en su continuado trabajo de zapa ha logrado transportar al seno mexicano más de las dos terceras partes de un conjunto de capas de espesor medio de 50 metros, dejando solamente y para manifestarnos su tan lenta como poderosa acción, las mesetas y lomeríos bajos que interrumpen la uniformidad de esta zona baja cuando se observa recorriendo la llanura; pero que vista desde la altura de la sierra sirven para traer á la

imaginación la manera de ser de esta misma región, cuando conservando su nivel superior al que hoy tienen las mesetas empezó el agua corriente, esa masa líquida que se adapta á todas las irregularidades y asperesas terrestres, su desgaste, que aminorado en sus efectos continúa todavía. El Rancho de El Alamo está situado en una meseta pequeña constituída por capas de margas apizarradas continuando esta misma formación hasta La Alberca.

De la Alberca al Rancho de Río Hondo.—Las capas de pizarra están cubiertas por una corriente de lava de poco espesor que se conserva como capa protectora en la parte superior de las mesetas y sirve como nivel de comparación para cerciorarse de que antiguamente todas estas mesetas formaban una sola extensa planicie que moría en la costa del Golfo de México.

De Río Hondo á Llera.—Se sube á la cima de las mesetas á una altura de 550 metros sobre el mar, que es el nivel de dichas mesetas, y desde allí se contempla una inmensa llanura que uniforme en su declive va á morir al mar. La parte superior de las mesetas está cubierta por una corriente de lava de poco espesor, que en las inmediaciones del río adquiere una potencia de 5 á 10 metros descansando sobre el conglomerado Cuaternario. Las mesas que encajonan el río son de basalto que continúa en toda esta faja de las mesetas.

De Llera á Tunas y la Granja.—Mesetas de basalto ampolloso.

De la Granja al Ébano.—Aparece debajo del basalto la pizarra.

Del Ébano al Rancho Nuevo.—Acarreo del Cuaternario.

De Rancho Nuevo á Loma Alta y Chamal.—Caliza fosilífera cretácea y al E. de Loma Alta un cerrito de basalto. La caliza es sumamente abundante entre Guadalupe y Loma Alta.

De Chamal á Santa Bárbara.—La sierra del Chamal es de caliza cretácea. El valle se extiende de N. á S. un poco cargado al E. y lo limita al O. la sierra del Puertecito, situado en la falda oriental de la sierra. Esta formación se continúa hasta la sierra de Nuestra Señora de Guadalupe del Contadero.

La sierra comprendida entre Puertecitos y Gallitos está formada de caliza compacta idéntica á la de Guadalupe, y no me ha sido posible reconocer en ella restos fósiles de ninguna clase; pero dada la proximidad de la otra y la continuidad de la formación cretácea en esta parte de la Sierra Madre de Tamaulipas, puede fundadamente considerarse como cretácea. La parte más plana es en donde está fincado el rancho de Gallitos.

De Tula á Coronel.—El camino va por un valle transversal limitado por sierras de caliza compacta fosilífera, y á la mitad del camino entre Colorado y Coronel, á la izquierda del camino, viniendo de Tula, se encuentra una loma de basalto ampolloso de 6 kilómetros de largo por 2 de ancho próximamente.

El rancho del Quelital está situado en la falda de un lomerío de caliza que corre N. 40° O.

Coahuila.

De Torreón á Piedras Negras.—La Estación de Torreón está construída sobre margas y arcillas del diluvio, en la falda de la serranía caliza cretácea que se extiende desde antes de Jimulco y sigue á la izquierda del camino, formada de sierritas orientadas aproximadamente de N.O. á S.E., con su mayor pendiente hacia el E.

De Jimulco hasta cerca de Matamoros el camino va entre dos sierritas calizas que se alejan una de otra á medida que se camina al N. ó lo que es lo mismo están orientadas las del O. de N.O.–S.E. y la del E. de N.E.–S.O. Estos rumbos son meramente aproximativos, pues es difícil en circunstancias normales determinar con exactitud la dirección de una sierra ó cordillera, y por consiguiente esta dificultad sube de punto, cuando se camina en ferrocarril, que la velocidad del movimiento y las inflexiones del camino sobre las cuales se pasa, muchas veces sin tener conocimiento de ellas, son otros tantos inconvenientes para una buena apreciación de la verdadera dirección, además de que muchas veces no se tocan sino las extremidades de contrafuertes ó estribos y se equivocaría notablemente el que tomara su dirección por la orientación media de la cordillera ó sierra principal.

De Torreón á Matamoros.—Margas y arcillas diluvianas con arenas en la superficie. A la derecha del camino se extiende el Cuaternario reciente hasta ser limitado por las sierras de caliza que hemos visto al pasar por Picardías y las que quedaban á la derecha del camino. A la izquierda y del lado en que se ve la estación de Matamoros se levanta una sierrita de calizas á distancia de 16 kilómetros en su extremidad opuesta á la estación y se acerca ligeramente á la línea del ferrocarril en su curso al S.E. La dirección de la sierrita es de N.O.–S.E.

La sierrita de caliza cretácea en capas plegadas se aproxima á la vía y termina entre el kilómetro 574 y 573 dejando ver entonces una serie de cañones más ó menos estrechos formados por sierritas paralelas á la que describimos y consiguientemente orientadas de N.O.–S.E. La más septentrional se prolonga más al S.E., y queda á unos 12 kilómetros de la vía, que en este tramo va por una llanura extendiéndose al S. unos 48 á 50 kilómetros y al N. unos 80 ó 100 ó quizá 150 kilómetros, pues apenas se divisan en el horizonte las eminencias de las altas sierras que se encuentran por ese rumbo; cuya llanura está cubierta superficialmente por las formaciones del Cuaternario reciente.

La estación Colonia queda en la extremidad S.E. de la sierrita y la estación de Hornos está ennedio de una llanura del Cuaternario reciente ó diluvio, que se limita al S. por las sierras que hemos traído á la vista desde Torreón y situadas á unos 40 kilómetros de este lugar; al N. se avanza muchísimo pasando por entre unas sierras que están á 30 ó 35 kilómetros de distancia.

Antes de llegar á la estación Mayran empieza una sierra formada de capas de caliza plegadas y dislocadas como las que hemos pasado; ésta se halla al lado S. del camino y muy inmediata á él, presentando su mayor pendiente

al N. y las capas buzan por consiguiente al S. Por el lado N. del camino y á 1 kilómetro escaso se encuentra una lomita caliza de 1½ kilómetros de largo y 20 metros de alto, orientada como la del lado S.

Continúa la Sierra Madre del lado S. del camino y al N. llanuras del Cuaternario reciente, en donde se encuentra la laguna de Mayran ó de Parras, limitada dicha llanura al N.E. y E. por sierras de caliza. La estación La Bola está en la falda de un cerrito calizo estribo de la Sierra Madre.

La estación de San Rafael se encuentra situada en la falda de un cerro de caliza, ramal de la Sierra Madre que entre la estación Pozo y ésta se aleja un poco, quedando de trecho en trecho colinitas calizas. De S. Rafael y del lado S. del camino continúan muy cerca de la vía las lomas calizas formando un solo cordón. Al N. á 10 kilómetros lomerío, probablemente calizo, que corre de N.O.–S.E.

Paila.—Al S. cerros de caliza un poco lejanos y al N. llanura descubierta hasta 25 kilómetros donde empieza la sierra de la Paila, por el lado S. forma parte dela Sierra Madre que no se ha cortado todavía.

Adelante de la estación Paila la sierra Madre se inclina al S.E. y se ensancha la llanura por la cual pasa la vía. Por el lado N. se divisan sierras que se aproximan cada vez más á la vía por ser su orientación general de N.O.–S. E.

En todo el tramo en que se ve desde el camino la Sierra Madre se puede distinguir siempre que las capas de caliza que están muy dislocadas tienen su echado ó inclinación al S.O. y del lado del camino se ven las cabezas de las capas, lo cual hace sospechar que la sierra tenga sus escarpes y línea de mayor pendiente hacia el N.E.

Es digno de notarse que tanto en estas sierras como en las que existen entre Jimulco y Lerdo, no se vean del lado de la llanura por donde pasa el ferrocarril rocas cruptivas relacionadas con el levantamiento de las capas sedimentarias cretáceas.

Estación del Carmen situada entre dos lomitas de caliza despedazada con dirección casi paralela á la de la línea del ferrocarril y de altura de 60 metros la del S. y de 15 á 30 metros la del N. Al S. de la loma se levanta la Sierra Madre.

Estación Pastora situada en el diluvium de la llanura, quedando las sierras del N. y S. del camino á 15 kilómetros la primera y 8 kilómetros la segunda. Las dos parecen estar formadas de caliza, solamente que la del S. tiene un color rojizo que desde antes de la estación Carmen ha venido presentando la Sierra Madre. Entre la anterior y esta estación se ven continuar en la parte superior de las lomas las capas ligeramente plegadas y onduladas, perfectamente paralelas, con su mayor pendiente del lado del ferrocarril.

Estación Jaral.—De esta estación á la de Sauceda continúa el diluvio y las sierras de caliza cretácea; al S. se acercan un poco más á la vía, al grado de que en Sauceda distan apenas 2 kilómetros. Las sierras del N. quedan á una distancia como de 12 kilómetros.

Estación Venadito: Cuaternario reciente; margas y arcillas. Las serranías calizas se extienden al S. y al N. á 3 kilómetros de distancia de la vía las del S. y á 8 kilómetros las del N.

Desde este punto se ve la sierra del Espinazo de 45 kilómetros de longitud que termina en la estación del mismo nombre. Esta sierra está formada de capas plegadas con zig zag tan regulares que tomadas alternativamente las ramas de los zig zags éstas son perfectamente paralelas.

Sierra del Espinazo de Anhelo muy cerca de la vía y junto á la sierra de la falda occidental está la hacienda de San Felipe. Por el N. las sierras se encuentran á 3 kilómetros de distancia. La dirección de la sierra es en este tramo, de N.E.–S.O. ó más bien de N. á S.

Estación Espinazo: Diluvium y hasta cerca de la línea por el S. se avanza la sierra del Espinazo. Antes de llegar á la estación se pasa por la punta de una sierrita paralela á la del Espinazo, distando de ésta unos 3 kilómetros. Todas estas sierras son de caliza en capas plegadas, sólo que aquí han cambiado un poco su dirección y presentan sus escarpados al N.E.

La sierra al E. de Norias de Bajan viene desde Pesquería en Nuevo León y continúa por la sierra de Monclova formando una sola cardillera. A esta cordillera pertenecen la sierra de la Gloria y del Castaño á inmediaciones de Monclova.

La estación de Baján está en arcillas y margas del diluvio limitada al E. por la cordillera de Baján que parece estar constituída por calizas idénticas á las que forman las sierras que hemos pasado, aunque dice el Sr. Schuhardt que se encuentra el Arquiano y Silúrico en Baján; ésto probablemente se refiere á la base de la cordillera, pues en la llanura sólo aparece el Cuaternario reciente.

Al S. de la estación de Castaño se encuentra la sierra de Monclova, y al N., un poco lejos, otras sierritas; todas son de caliza, la que hemos referido al Cretáceo, aunque la sierra de la Gloria es la que Mr. Frazer refiere al Permocarbonífero por la presencia en las calizas de fósiles de ese sistema, identificados por el sabio paleontologista Mr. Hall de Nueva York, autoridad competentísima en la fauna paleozoica de Norte-América.

La ciudad de Monclova está rodeada por lomeríos bajos y collados compuestos de toba caliza, acarreo, caliza y arenisca calcárea. La disposición de orden estratigráfico de estas rocas es la siguiente comenzando de arriba á abajo: arcillas y margas diluviales, cubiertas en partes por una delgada capa de tierra vegetal; acarreo de cantos de caliza entre los cuales los hay con restos de fósiles cretáceos; toba caliza sobre la cual descansa el acarreo, faltando en algunos lugares, y arenisca calcárea visible en muy pocos puntos y casi horizontal.

Parece por la disposición de las capas y por los fragmentos de caliza que entran en la composición de la arenisca, que ésta ha de referirse al Terciario ó cuando más á formación epicretácea; así como que la toba caliza es en su mayor parte de la base del Cuaternario y otra parte enteramente moderna.

Sería necesario hacer un estudio muy detenido de esta localidad para poder referir con precisión la edad de todas estas rocas; pues es muy aventurado por una ligera exploración como la que acabo de hacer, asentar algo respecto á la edad absoluta de ellas, tanto más, cuanto que sólo se ven en pedazos de terreno sumamente cortos, y esto sin cortes naturales que permitan ver la concordancia ó discordancia de su estratificación.

El cerro del Mercado se encuentra á 10 kilómetros al S.O. de Monclova y está formado por calizas cuyas capas tienen en la falda del cerro, del lado de Monclova, una dirección de 25° N.O., echado de 15° al N.E., y á la mitad del cerro se presentan ya completamente verticales con una dirección paralela á la anterior.

La roca eruptiva que ha aparecido á consecuencia de dislocaciones de todas estas capas, es indudablemente una diorita á juzgar por la abundancia de cantos rodados de esta roca que hay en la falda, así como por presentarse en algunos lugares bajo la forma de diques ó vetas de dirección media N.O. En el acarreo de los arroyos que bajan de las cumbres, no se encuentra ninguna otra roca eruptiva distinta de la diorita, y está compuesto dicho acarreo exclusivamente de caliza y diorita. Es indudable que los grandes crestones que forman la cima del cerro son de diorita, y que el eje de la cordillera en esta parte cuando menos está constituído por la misma roca.

El aspecto general de la caliza es el de la caliza fétida cretácea, aunque casi completamente desprovista de fósiles, pero los pocos ejemplares que hemos podido encontrar con restos fósiles, nos indican que éstos son indudablemente cretáceos. Así pues, tenemos aquí también la caliza cretácea cortada por una diorita postcretácea.

Estas rocas han sido referidas por el Sr. Profesor Frazer al Permocarbonífero, en su opúsculo "A Certain Silver and Iron mines in the States of N. León and Coahuila," con motivo de una visita que dicho señor hizo á las minas que se encuentran en la sierra de la Gloria, etc. Se apoya para referir á dicho sistema las calizas del Mercado, la Gloria, etc., en la identificación que el Sr. Hall, eminente paleontologista, hizo de algunos fósiles encontrados en esta localidad; pero es nuestra creencia que dichos fósiles no fueron encontrados en las capas superiores de la caliza y sí en capas que pueden venir debajo de éstas y que se encuentren á descubierto en algún otro punto.

Respetando como es debido la indiscutible competencia del eminente paleontólogo americano, referimos las capas superiores de este complexo de capas calizas al Cretáceo, y esperamos encontrar más adelante las permocarboníferas que hasta ahora no hemos sido bastante afortunados para encontrarlas en ninguna parte de las que tenemos recorridas en el país.

Sabinas.—Cuaternario reciente cubriendo el Cretáceo Superior que constituye el subsuelo y los lomeríos que de trecho en trecho interrumpen la llanura. En el arroyo que baja al río con dirección del S.E., se ven las capas de arenisca más ó menos resistente y de color amarillo sucio, inclinadas 10° al S.E., y debajo de la alternancia de capas que alcanza hasta la cima de la

loma un espesor de 35 metros, hay una capa de más de 0.m40 de potencia de carbón de muy buena calidad, idéntico al que se extrae en las minas de la Compañía "El Álamo;" esta capa está casi horizontal é inmediatamente debajo de una capa de arenisca resistente, sin que haya en el intermedio capa alguna de pizarra arcillosa; la base está cubierta y no se puede ver la capa inferior sobre que descansa el carbón de manera de saber si es una pizarra ó una arenisca. La estación de Sabinas está situada sobre las arcillas del Cuaternario que se extienden en la gran llanura que limitan los lomeríos de la falda de la sierra de Sabinas. El cuaternario está representado por una capa delgada que cubre la formación que trae el carbón en San Felipe Hondo, Sabinas y Santa Rosa de Múzquiz. En las riberas del río Sabinas, junto á la estación, está descubierta en partes la arenisca amarillenta que cubre al carbón en San Felipe, y en las inmediaciones de la estación sólo á 3½ ó 4 kilómetros de distancia está ya en trabajo una mina de carbón. Así pues, la guía segura para encontrar el carbón en toda esta vasta región, es la arenisca amarillenta sucia entre la cual viene el carbón.

Llama desde luego la atención que en todos los puntos en que está en explotación el carbón, no se haya encontrado más que una sola capa y la misma sea la que se trabaja en todos ellos. En algunos puntos como San Felipe, los sondeos llevados á profundidad de 250 y 300 pies, no han acusado la presencia de otra capa de carbón. Esto no significa en manera alguna la carencia absoluta de capas inferiores, pero sí indica desde luego que la explotación de ellas cuando se lleguen á encontrar ha de ser á la vez que difícil un poco costosa.

Sin tratar de deslindar con toda precisión la extensión de la región en que hay gran probabilidad de encontrar el carbón, si no literalmente en toda ella, sí en la mayor parte de su extensión, podemos asegurar que comprende la región que limita el río Bravo desde Presidio del Norte hasta adelante de Nuevo Laredo, y por el S. la limitaría una línea que partiendo del N. de Laredo pasase por el S. de Cedral y de ahí se desviara hacia el N.E. hasta cortar el río Bravo.

De Sabinas á Piedras Negras.—Cuaternario reciente en toda la llanura que desde el primero de estos puntos va hasta el otro. En las inmediaciones del rancho de Peyotes hay un lomerío bajo de caliza fosilífera cretácea que pertenece al Cretáceo Superior. Esta formación se extiende hasta Baroterán.

De Baroterán á Santa Rosa de Múzquiz.—El camino va por la llanura que á la derecha forma horizonte y á la izquierda y á 8 kilómetros de Múzquiz la limita la sierra de Santa Rosa. Entre la sierra y la villa de Múzquiz se interpone un lomerío de 20 á 60 metros de altura que parece estar constituído por rocas basálticas como se ve en Puerto de Ibarra, semejándose á las lomas de Hondo en San Felipe Sabinas.

Desde el Jaral hasta la Rosita el camino va sobre el Cuaternario reciente, y en el arroyo de Anhelo asoman capas de pizarras perpendiculares al camino y que buzan hacia el E. En el pueblo de la Rosa aparecen las capas de ca-

liza fosilífera, verdaderas brechas de ostreas (cretáceo). El camino llega al pueblo por entre dos lomas.

La hacienda la Rosita queda en un puerto en la sierra que queda al Sur del Jaral, y se ve desde la estación. Desde la hacienda hasta el Chiflón continúa la caliza y pizarra caliza cubierta por delgada capa de Cuaternario; pero antes de llegar al Chiflón se ven las numerosas capas de caliza de diversos granos y colores que forman la sierra del Chiflón, en cuya falda está situado el rancho de este nombre. La caliza es gris verdosa, fosilífera y tiene mucha semejanza con la arenisca calcárea cretácea de la base de la formación de San Juan Raya, sólo que esta roca vista de cerca está compacta de fractura astillosa ó semiconcoidea, y es una caliza compacta. En otras capas la caliza tiene un aspecto más granudo, y pasa á criptocristalina de color gris, con una dureza un poco mayor, como la de la caliza dolomítica ó quizá verdadera dolomia. Adelante del Chiflón, se ven margas verdes y rojas, alternándose, y casi verticales, lo que parece indicar una discordancia de estratificación con las calizas. Las margas verdes y pardo-rojizas, así como la roca verde resistente, son muy semejantes á las de Raya. Las margas sólo se ven en la base de la sierra del Chiflón y en las partes bajas en que los arroyos han deslavado la arcilla y margas del Cuaternario. Siguen las margas á veces cubiertas y á veces descubiertas hasta el rancho de la Barranca. Las capas de los cerros de los dos lados buzan en sentido opuesto, y su dirección es paralela á la del camino; la inclinación varía entre 45°, 60° y 75°. La roca verde resistente es en partes una arenisca como la de Raya, y en otras caliza criptocristalina muy resistente y de color verde sucio (gris verdoso).

De Saltillo á Lampazos.—La estación Saltillo está en la falda de una pequeña loma de 30 metros de elevación, que pertenece al movimiento de la sierra que separa á Saltillo del Jaral y la cual hemos atravesado. Desde aquí se divisan las capas constitutivas de la sierra buzando hacia el N.O., que es también la dirección de la sierra en este tramo inmediato á Saltillo. El espesor del Cuaternario sobre el cual está edificada la ciudad, parece que debe ser de poca consideración atendida la proximidad de los cerros y lomas que circunscriben la depresión; y viene inmediatamente sobrepuesto al Cretáceo que es al que referimos el complexus de capas de calizas y margas verdes, azuladas y pardo-rojizas; tanto por la conformidad de la estratificación, como por la composición de las mismas capas que varía insensiblemente de arriba abajo, cargándose cada vez más de caliza, y por la grandísima semejanza que las capas de margas apizarradas tienen con las de la misma composición, estructura y posición estratigráfica de San Juan Raya, en el Estado de Puebla.

De Saltillo á Los Bosques.—Cuaternario reciente, arcillas y margas diluvianas; subsuelo de margas apizarradas y calizas que en muchos puntos asoman á la superficie. La misma formación se extiende hasta la falda de las sierras de los dos lados del camino, quedando la del E. á 8 kilómetros y la del O. á 10 kilómetros del Saltillo; pero se acerca demasiado el camino á ella, al grado de que sus últimas ramificaciones por este lado llegan á la orilla del camino en

la estación de Los Bosques. Allí se ve que los ramalitos están compuestos de calizas y margas abigarradas; que las primeras son probablemente cretáceas y que las últimas podrán ser de la base del Cretáceo ó pasar al Jurásico, no obstante que algunos las consideran como del Triásico.

Entre las estaciones Los Bosques y Ramos Arizpe, hemos pasado por entre dos cerritos de constitución idéntica á la de la sierra del Chiflón; por lo demás, continúa la formación del valle en todo idéntica al tramo anterior, aumentando sensiblemente su anchura.

Estación Santa María.—El valle se estrecha un poco debido á la proximidad de la sierra del O. Antes de llegar á Santa María, como á 2 kilómetros, el arroyo deja ver, continuando después descubierta, una capa ó serie de capas más bién dicho, de conglomerado que consiste en acarreo de guijarros y cantos de caliza cimentado por arcillas, con un espesor visible de 15 metros, siendo el grueso de la capa de arcillas y margas cuaternarias diluvianas que viene en la superficie como de 5 á 7 metros. Los cerros vecinos del lado O. son de la misma constitución que los de la sierra del Chiflón, quedando oculta ya una gran parte de las capas de margas abigarradas.

Estación Ojo Caliente.—En este tramo el camino se acerca mucho á la sierra del O., que corre paralela ante el camino y presenta sus capas inclinadas al O. buzando bajo un ángulo de 30 á 45°. La sierra del E. al principio del tramo se ve más retirada que en el tramo anterior, debido á la boca de un valle transversal que sale enfrente; pero después los estribos se avanzan más hacia el camino y parecen correr con dirección aproximada de O. á E.; rematando en la cordillera cuya dirección media es de N. 10° E. al S.O., probablemente paralela á la sierra del O. que pasa por los ranchos de Tina Verde, Flores y La Barranca.

Estación Los Muertos.—El fondo del valle continúa lo mismo, con la diferencia de que el subsuelo, por la proximidad de la sierra, está formado de destrozos de las rocas de la sierra, y la capa de arcillas cuaternarias no es muy delgada, con intercalaciones de acarreo calizo. El valle continúa estrechándose. Han desaparecido las margas apizarradas y sólo se ven capas de pizarras calizas negras y los bancos de caliza verdosa. En este punto las capas están plegadas y los cerritos son verdaderos anticlinales cuyo eje es perpendicular casi á la dirección del camino.

Adelante, menos de 1 kilómetro, el valle se convierte en una cañada estrecha y el camino pasa sobre la caliza y pizarra. El echado de las capas aquí es ya hacia el camino en los cerritos de la orilla, pero en los altos que quedan detrás continúa constante hacia el O. Del lado E. sucede también que las capas se inclinan hacia el camino y al rumbo opuesto, es decir, que aquí los anticlinales siguen la dirección del camino. El ángulo de inclinación de las capas cambia de un cerro á otro. Los anticlinales del lado izquierdo son paralelos al camino cerca del kilómetro 330. De éste al 328 por uno y otro lado del camino reina en las capas de los cerros que forman la cañada el desorden más completo. Del 328 al 326 donde está situada la estación de Rinconada se ensancha la

cañada. El eje del anticlinal que forma la cumbre de la sierra del lado izquierdo del camino viene á dar á la Estación, y desde aquí se puede ver en conjunto que las sierras de la derecha y la de la izquierda son una serie de sinclinales y anticlinales con algunas isoclinales, que unas veces están completos y otras han sido destruídos en la parte superior, debiéndose á esto el que á primera vista se encuentre tanto desorden aparente en las capas y que cambien con tanta frecuencia en el tramo de la cañada el echado de las capas. La dirección del tramo del 325 kilómetro al 324 kilómetro es exactamente la de los anticlinales de la izquierda y muy probablemente la de los de la derecha, tanto unos como otros están muy cerca del camino, que unas veces se acerca á los de la derecha y otras á los de la izquierda. La cañada tiene en el fondo un ancho de 100 á 150 metros. En el kilómetro 319 empieza á ensanchar la cañada y el fondo deja ver la pizarra y caliza, la arcilla y acarreo del Cuaternario cubriendo á aquellas en capa delgada.

Estación García.—La cañada se ha ensanchado notablemente hasta tener 5 kilómetros, debido á la terminación del contrafuerte que quedaba inmediato á la vía. La dirección aproximada de este contrafuerte es de 20° N.E.–S.O. Paralelamente á este corre la sierra; otro contrafuerte de la misma cordillera queda al O. del anterior y en su falda está situada Villa García. El eje del anticlinal coincide casi con la cresta de la sierra y se observan además algunos isoclinales. El fondo del estrecho valle está formado por arcillas, etc., cuaternarias que descansan sobre formación cretácea.

Estación de Santa Catarina.—El valle continúa con anchura de 5 á 7 kilómetros hasta el 286; de allí se estrecha un poco y adquiere 5 kilómetros de ancho. Entre esta estación y la anterior se interpone una sierrita paralela á la de Villa García y ambas parecen inclinarse un poco más al N. que las anteriores. Estas sierras y las de la derecha del camino son, como las que hemos dejado atrás, de calizas y pizarras consideradas por ahora como cretáceas, por lo menos en su parte superior.

Estación La Leona.—Idéntica formación á la anterior; el vallecito tiene apenas 3 kilómetros. La sierra de la izquierda se acerca cada vez más al camino. Esta formación se extiende hasta las Estaciones de San Jerónimo y Gonzalitos.

Estacion Monterrey.—Esta Estación está situada en la sierra de Monterrey, de la misma naturaleza que las que hemos visto á la izquierda del camino.

Estación Ramón Treviño.—Las sierras son mucho más oblicuas con respecto á la dirección del camino y algunas son próximamente perpendiculares. El valle se ensancha mucho en la Estación Topo y las sierras de la derecha quedan á 28 ó 32 kilómetros, siendo el espesor del Cuaternario mayor que en los puntos anteriores.

Estación Salinas.—Valle muy abierto que mide de 32 á 38 kilómetros; el subsuelo y superficie á inmediaciones de Salinas se compone de gruesa capa de acarreo calizo de más de 20 metros. El pueblo de Salinas está situado en la falda E. de una sierrita. Continúa el acarreo de caliza cubierto en parte

por arcillas que se descubren en las estaciones Morales, La Cantera, Puerto, Palo Blanco, y Alamo situada en una extensa llanura á la derecha, y sierra á 6 kilómetros á la izquierda.

Estación Villa Aldama.—Sierra de la izquierda muy cercana, á 3 kilómetros y á la derecha lomas muy vecinas.

Estación Lampazos.—Los cerros al E. de Lampazos están compuestos de capas de caliza arcillosa, apizarrada, fosilífera, con 70° N. O. y 10° echado al N.E. Estas capas alternan con capas más apizarradas en la parte superior y con bancos de caliza resistente en la parte inferior. Por el lado O. de Lampazos, en Pozo del Tulillo, situado en la falda de la mesa de Cartujanos, se encuentran capas de marga amarillenta apizarrada con intercalaciones de bancos de ostreas. Estas capas tienen una direccion de 20° N.E.–S.O. y echado al O. de 17°.

La época á que pertenecen las pizarras y areniscas de Arroyo del Tulillo al O. de Lampazos es la del Grupo Laramie, tan discutido en Los Estados Unidos y que definitivamente ha venido á ser colocado en la cima del Cretáceo. Los fósiles por mi recogidos en esta localidad pertenecen todos á las especies que del grupo Laramie ha descrito el experto paleontologista de los Estados Unidos Dr. C. A. White; siendo las especies más abundantes la Ostrea glabra Meek and Hayden, Anomia micronema Meek, Volsella (Brachydontes) regularis White, Corbula subtrigonalis Meek and Hayden, Corbícula (Leptestes) planumbona Meek, Melania wyomingensis Meek y Melania insculpta? Meek que forman bancos de espesor de 35 á 50 centímetros casi exclusivamente compuestos de la primera especie. La arenisca que viene encima de la capa fosilífera es muy parecida por sus caracteres exteriores á la que he encontrado en la región carbonífera de Sabinas, San Felipe y que creo ser idéntica á la del fondo del Río Bravo en Piedras Negras.

Sería muy interesante buscar en esta arenisca fósiles vegetales, que es muy probable que se encuentren, para poder determinar su edad y así conocer la de los carbones de Sabinas, etc., que en mi concepto son más antiguos que el Laramie. Es tanto más interesante hacer esta investigación cuanto que dichos carbones han sido referidos por Mr. Adams al Triásico, fundándose en el carácter de las areniscas y de las pizarras, así como en la presencia de manantiales de aguas saladas en esta formación; ahora bien, en el arroyo del Tulillo las aguas que filtran á través de las pizarras son también saladas y las areniscas, como he dicho, son posteriores á las de Sabinas. Como las pizarras por sus fósiles pertenecen sin duda alguna al Laramie; como las areniscas en las cuales viene el carbón descansan directamente y en estratificación concordante sobre las pizarras, los carbones tendrían que pertenecer á lo más á la cima del Laramie y quien sabe si en esta región no hubo interrupción ninguna entre el fin del Laramie y el principio del Terciario y en ese caso la antigüedad del carbón apenas llega á la base del Terciario ?

Las lomas situadas al O. de la estación del Jaral están formadas por cali-

za fosilífera cretácea, buzando al E. y al O., formando un pliegue cuyo anticlinal corre de N.O.–S.E. aproximadamente.

El carácter paleóntológico distintivo de esta caliza es la abundancia excesiva de rudistas de la familia Chamidæ; siendo estos los moluscos más grandes que hasta la fecha he encontrado en el país, pues alcanzan dimensiones hasta de 75 centímetros y probablemente los hay mayores.

Asociados con los hippurites y de una manera muy accidental, pues son escasísimos, vienen algunos fósiles que tienen los caracteres exteriores de la Caprina texana, Rœmer? pero sobre cuya identidad no aventuro opinión alguna por haberlos encontrado sumamente despedazados; y antes más bien tienen la forma y estructura de algunos hippurites y á ellos los refiero mientras la observación detenida suministra datos más seguros para su clasificación.

Las lomas son bajas y pertenecen á la sierra que por estos lugares se designa con el nombre de la sierra de la Paila. Estas lomas distan apenas 1 kilómetro y medio de la estación y llegan á la orilla de la vía, 2 kilómetros antes de llegar á la estación viniendo de Pastora. Después forman el subsuelo las calizas cretáceas que en partes tienen encima una ligera capa del diluvio y acarreo diluvial y en otras quedan descubiertas.

La estación Torreón está situada en la falda de una serranía caliza del Cretáceo que se extiende hasta Jimulco.

Estado de Zacatecas.

Estación Fresnillo.—Cuaternario que al O. lo limitan los cerros de Proaño etc. á 12 kilómetros del camino y al E. cordón de cerros distantes 32 kilómetros. El llano continúa ensanchándose y estrechándose alternativamente, pero conservando un ancho medio aproximado de 36 kilómetros, quedando siempre más cerca los cerros del O. que los del E.

Ojuelos.—El valle ya no se ensancha del lado del O., conservándose lo mismo del lado del E., siguiendo hasta Calera. El subsuelo en el tramo comprendido entre Ojuelos y Calera es de micapizarra y es seguro que de Ojuelos á Fresnillo suceda lo mismo.

De Calera á Troncoso.—Micapizarra debajo de la tierra vegetal; en algunos tramos se ve la roca verde que tal vez es la clorita pizarra que tanto abunda en Guanajuato. Las eminencias de las lomas y cerros que quedan al O. son de rocas andesíticas.

De Troncoso á Aguascalientes. — Cuaternario reciente en la llanura, que se dilata al E. unos 20 á 32 kilómetros y al O. de 4 á 6 kilómetros. Los cerros del O. están formados por rocas ígneas: andesitas y rhyolitas.

Al S.E. de Aguascalientes se encuentra un cerro á 2 kilómetros de la vía formado de rocas cruptivas. Siguiendo al S. la llanura se estrecha y está limitada á los dos lados del camino por cerros de rocas ígneas, distantes los del O. 40 kilómetros y los del E. unos 6 á 8 kilómetros.

Las lomas por las cuales pasa el ferrocarril entre Peñuelas y Encarnación son de andesita pardo-rojiza. Esta andesita constituye los lomeríos que á uno y otro lado del camino se extienden por algunos kilómetros. Desaparece debajo de arcillas del diluvio 4 kilómetros antes de llegar á la Encarnación y reaparece en la Encarnación, con textura amigdaloide para desaparecer 7 kilómetros antes de la estación Santa María cubierta por el Cuaternario.

Entre Santa María y Las Salas aparece otra vez la andesita y forma á los lados del camino cerros de alguna elevación. Las andesitas continúan hasta Lagos y de allí en adelante vuelve otra vez á ensanchar la llanura, formada por arcillas etc., del diluvio. Al E. los cerros de rocas eruptivas distan 20 kilómetros y al O. 9 kilómetros.

Lima á Pedrito.—Cuaternario reciente.

De Pedrito á Francisco. — Cuaternario en la vía y á los lados lomas de rocas eruptivas distantes unos 600 á 2000 metros. Poco antes de llegar á Francisco hay una loma por la que pasa la vía, que es una corriente de lava idéntica á la anterior, de textura zonada, debido á la estructura fluidal. La loma se extiende al S.E. como 8 ó 10 kilómetros y probablemente más, pero no se ve desde el camino la continuación. En Pedrito al O. á 2 ó 3 kilómetros lomerío de andesita que corre de N.E. á S.O.

De Francisco á León.—Al Principio se abre mucho la llanura debido á que las lomas del O. se inclinan mucho al S.O. y las del E. al S.E. A los 2 kilómetros empieza del lado E. una loma á 500 metros de la vía y continúa al S. casi paralela á la vía. Las lomas del O. quedan á 15 ó 20 kilómetros y un poco más al S. las lomas se ven tan lejos que no puede haber menos de 40 ó 50 kilómetros. La loma del E. del camino llega á León y termina en el Santuario de León. Por el O. los cerros quedan á 36 y quizá 60 kilómetros sobre todo, directamente opuesto á León.

De León á La Trinidad.—El llano conserva la misma anchura, quedando la serranía de Guanajuato más inmediata á la vía 10 kilómetros, que los cerros del O. que distan lo menos 25 kilómetros.

Estado de Hidalgo.

La región explorada en los Estados de Hidalgo, Veracruz y San Luis, conocida con el nombre de las Huastecas, comprende los últimos estribos y contrafuertes de la cordillera, que desprendida del sistema de la Sierra Madre del Pacífico forma la designada con el nombre de la Sierra Madre Oriental, que en uno de sus tramos recibe el nombre de Sierra Gorda.

Con excepción de la sierra de Zacualtipán, que es un estribo de la Sierra Madre Oriental, en donde el terreno es quebrado, la Huasteca comprende ligeras ramificaciones de los últimos contrafuertes de la Sierra Madre, los cuales interrumpen las vastas llanuras, que con un suave declive van á morir á las playas del Golfo de México unas veces, pero otras son interrumpidas por

una ligera cordillera costera que forma el aparato litoral del Golfo, á cuyo borde son paralelas y á las cuales pertenecen los médanos ó dunas del litoral.

En cuanto á la hidrografía de esta región, diremos simplemente que todas las aguas que la bañan pertenecen á una misma cuenca hidrográfica.

La constitución geológica de toda la región explorada es sumamente uniforme y consta en su mayor parte de rocas sedimentarias dislocadas y cortadas en algunos puntos poco numerosos, á juzgar por los datos recogidos en la exploración, por rocas ígneas pertenecientes á la serie moderna.

Las rocas sedimentarias encontradas pertenecen á dos clases atendida la naturaleza de ellas: unas son de sedimentación mecánica y comprenden areniscas margosas y calcáreas de diversos granos, conglomerados de pequeños y medianos elementos y pizarras arcillosas y arcillo-margosas; otras de sedimentación química, y son calizas compactas en gruesos bancos y pizarras calizas que se cargan de arcilla para pasar á pizarras margosas. Las rocas ígneas pertenecen á la especie labradorita.

La estratigrafía del terreno es como sigue: en la base pizarras arcillosas de colores pardo-rojizo, rojo pardusco y amarillentas que contienen fósiles jurásicos como en la barranca de la Calera junto á Huayacocotla; sobre estas pizarras y en estratificación concordante vienen pizarras margosas de color rojo de diversos tonos que alternan con areniscas de cemento calcáreo más ó menos arcilloso y formadas de pequeñas gravas, chinas y arena gruesa todo este material silizoso; sobre estas viene un conglomerado de gruesos elementos, el cual parece establecer el límite de las pizarras de que nos ocupamos y que pueden referirse todas en su parte superior al Jurásico, de manera que el conglomerado fijaría el límite del Jurásico y principio del Cretáceo. Todo este conjunto de capas se encuentra dislocado por las rocas ígneas terciarias que forman el subsuelo de Huayacocotla y la mayor parte de la sierra de Zacualtipán. El rumbo de dichas capas es de N.-S. con echado al E. tendiendo á la posición horizontal primitiva, más ó menos variable hasta llegar á Zilacatipan.

De Zilacatipan á Zontecomatlán. — Las capas tienen un rumbo 50° N.O. con echado unas veces al N.E. y otras al S.O. alternativamente. En Zontecomatlán las pizarras se cargan de caliza y tienen un rumbo de 50° N.O. con echado al N.E. de 37° continuando por un gran tramo con el mismo rumbo y echado al N.E. que se conserva constantemente.

Las pizarras margosas muy arcillosas todavía descansan sobre el complexus anterior sin que se vea discordancia en la estratificación y hacia la parte superior se van volviendo más y más calcáreas y empiezan á verse intercalaciones de pizarras calizas entre las margosas; después caliza en bancos cuya potencia es muy variable, pues en algunos puntos alcanza solamente unos cuantos metros, mientras que en otros adquiere centenares de metros, como en las inmediaciones de Tancanhuitz, Mesa de Coroneles, etc., encima vienen

pizarras margosas y areniscas margosas que á medida que son más jóvenes van volviéndose mas tiernas.

Todo este conjunto de capas se encuentra dislocado, con rumbo de 45° N.O. y echado al N.E, 30° en las márgenes del río Tolentino cerca de Ixhuatlán. Junto á Chicontepec estas mismas rocas tienen rumbo N. á S. con inclinación de 15° al O. que cambia por la posición casi horizontal en Huejutla y á inmediaciones de Tantoyuca.

En todos los demás puntos que abarca la región explorada se presentan estas mismas rocas con ligeras modificaciones en su estructura, que varía de imperfectamente pelítica á granuda de diversos granos, formando suaves ondulaciones ó pliegues de poca altura cuyas crestas son paralelas á la línea N.-S., y como los pliegues en lo general son muy abiertos los estratos se presentan ligeramente inclinados hacia el E. y O. alternativamente.

Puede presentarse la disposición estratigráfica de estas capas por el siguiente corte de arriba á abajo: Pizarras margosas que alternan con areniscas margosas; caliza compacta en bancos, pizarras calizas, pizarras margosas muy arcillosas, conglomerado silizoso, pizarras con alternancias de areniscas calcáreas y pizarras arcillosas.

Las rocas anteriores quedan cubiertas por las margas y aluvión que en la actualidad depositan los ríos, y representan las rocas cuaternarias que tienen una distribución geográfica paralela al Golfo formando una angosta faja cuya mayor altura sobre el nivel del mar no pasa de 80 metros. Es seguro que entre estas rocas y las pizarras y areniscas margosas se encuentran intercaladas rocas sedimentarias terciarias, pero que sólo una perforación podría poner en evidencia.

Llama notablemente la atención del observador la sucesión no interrumpida de estas rocas que en la base con composición un poco diferente, pues que allí predomina absolutamente la arcilla, encierren fósiles jurásicos, y cambiando gradualmente su composición, que por aumento progresivo del elemento calizo pasen á verdaderas calizas con los caracteres que distinguen á las que en otros lugares de México establecen el paso á las rocas de la serie cretácea.

Creo que tomando en cuenta la composición de las rocas, su alternancia y disposición estratigráfica, puede interpretarse la historia de su depósito de la siguiente manera, que nos permite trazar la historia geológica de la región.

En la éra mesozoica y durante el período jurásico, el Atlántico cubría todos estos lugares y se depositaban en el seno de aguas tranquilas y de gran profundidad las pizarras arcillosas que encierran elementos de una fauna pelágica. La sedimentación se hacía lentamente y de una manera sucesiva; poco á poco por el relleno de la depresión océanica los organismos que vivían en esas aguas se hacían más abundantes y sus despojos y acción sobre las substancias que las aguas mantenían en disolución proporcionaban por depósito de sedimentación química el carbonato de cal, que al precipitarse se depositaba en capas muy finas sobre los lodos arcillosos y así se originaban las

pizarras margosas que en cada momento se cargaban más de carbonato de cal. Con este depósito no interrumpido de lodos arcillosos y carbonato de cal, las partes menos profundas eran rellenadas y en ellas se sucedían á los depósitos tranquilos de mar profundo los depósitos de aguas salobres de poca profundidad ó sean los depósitos costeros ó de litoral. Esto explica la intercalación del conglomerado que viene á cerrar el depósito de las rocas sedimentarias que hemos referido al Jurásico.

A este rellenamiento sucedió un hundimiento lento y progresivo durante el cual se depositaron las rocas que hemos designado como cretáceas, nada más que entonces se verificaban oscilaciones verticales muy repetidas, pues la potencia de las capas es bastante pequeña y hay que aceptar la sucesión de estos hundimientos y levantamientos repetidos del fondo del Atlántico para explicar la frecuente alternancia de las pizarras y areniscas. Esta serie de oscilaciones duró todo el tiempo que tardaron en depositarse las rocas cretáceas que alcanzan una potencia de muchos centenares de metros.

A fines del Cretáceo y antes de la aparición de las rocas ígneas, la emersión de esta parte del Continente se había terminado, quedando entonces no sólo bosquejado, sino casi completamente terminado el relieve de la parte oriental de la República, que parece haber empezado á fines del Jurásico á lo menos para esta porción del país.

A consecuencia de la presión lateral que los depósitos marinos del antiguo mar cretáceo ejercían de una manera continua y progresiva, se iban bosquejando los elementos orográficos de la Sierra Madre Oriental, y se producían los pliegues, ondulaciones y fracturas, cuya dirección próximamente de N. á S. están indicando con bastante claridad, que la acción dinámica á la cual deben su existencia provenía del E., es decir, de los depósitos que simultáneamente se estaban verificando en el seno de las aguas del mar cretáceo.

Ya formado el relieve de la Sierra Madre y después de un período de sedimentación tranquila en el seno del Atlántico á fines del Mioceno y principios del Plioceno, hicieron su aparición las andesitas y vinieron á ocasionar dislocaciones de menos importancia y fracturas en los depósitos sedimentarios, que no corresponden á las originadas por el movimiento orogénico de esta parte del país. Esto explica los cambios de rumbo y echado de las rocas sedimentarias en los puntos muy cercanos á las rocas ígneas, así como el metamorfismo de las calizas, que han sufrido una marmarosis que las hace adecuadas para emplearlas como mármoles comunes. En resumen, el levantamiento de la Sierra Madre se inició á fines del Jurásico, se desarrolló durante el Cretáceo y se terminó á fines del Terciario.

A consecuencia de los levantamientos y hundimientos sucesivos del fondo del Atlántico, partes antes cubiertas por aguas de bastante profundidad se convertían en regiones costeras, en las cuales abundan las lagunas con ó sin comunicación directa con el mar y en el seno de las cuales se verificaron los depósitos de las capas de grahamita que son muy abundantes en esta región

del país, y cuya posición exacta se encuentra marcada en el primer Bosquejo Geológico de la República.

Los depósitos de petróleo y chapopote que establecen un lazo de unión entre él y la grahamita, se verificaron también en esta especie de albuferas de que hemos hablado antes; y en apoyo de esta opinión se puede citar la estructura de las rocas entre las cuales se encuentra el petróleo y su producto de destilación, lo cual indica que se depositaban en aguas cenagosas poco profundas y en las cuales era abundante la vida.

Para asignar la edad geológica que corresponde á estas rocas, sólo he contado con el carácter petrográfico y el estratigráfico; y si bien es cierto que el primero es completamente insuficiente, acompañado del segundo, creo que no estoy muy lejos de la verdad, pues que por él me consta que las rocas referidas al Cretáceo descansan directamente sobre rocas jurásicas, cuya edad no me es dudosa por haber visto fósiles característicos jurásicos recogidos en la barranca de La Calera cerca de Huayacocotla.

Pudiera suceder muy bien que las areniscas tiernas que vienen en la cima de la formación no pertenezcan al Cretáceo sino al Eoceno, pero atendida la escasez absoluta de fósiles, á la concordancia de estratificación y al aspecto de las areniscas y pizarras que son muy semejantes, si no idénticas á las del Laramie, creo más conveniente segregarlas del Cretáceo.

La edad de algunos depósitos de grahamita y chapopote podrían quizá referirse á la cima del Cretáceo, á la parte superior de Laramie, por las razones anteriormente expuestas.

De Tulancingo á Apulco.—Tobas volcánicas en todo el valle, limitado por cerros de andesitas que corren de Tulancingo á Santa Ana y Apulco. En este último punto asoman las rocas ígneas, y en el tramo de Apulco á Tulancingo se ve inmediatamente debajo de las tobas la roca ígnea que está descubierta en el rancho de las Tortugas.

De Apulco á Huayacocotla.—La tierra vegetal formada á expensas de la descomposición de la roca ígnea, forma delgada capa que oculta en muchos puntos la andesita, etc., que constituye el macizo de los cerros comprendidos entre Apulco y Huayacocotla.

De Huayacocotla á Zilacatipan.—A la salida del pueblo de Huayacocotla empiezan á verse las pizarras arcillosas y margosas de colores rojo y amarillento, con rumbo N.–S. y echado al E., que cambian por el de E.–O., con echado al S. más ó menos variable hasta llegar á Zilacatipan.

En la base se ven alternar las pizarras con areniscas más ó menos arcillosas y junto á Zilacatipan se encuentra la pizarra caliza intercalada entre las margosas y arcillosas.

De Zilacatipan á Zontecomatlán.—La misma pizarra formando pliegues y ondulaciones cuyos ejes corren al N.O. y echado unas veces al S.O. y otras al N.E. En Zontecomatlán las pizarras son bastante calcáreas y corren de 50° N.O. y con echado de 37° al N.E.

De Zontecomatlán á Ixhuatlán.—Pizarras margosas y areniscas margosas

que forman la continuación de las pizarras arcillosas y calizas de Zontecomatlán, pero cuyo aspecto recuerda mucho las pizarras y areniscas cretáceas. El rumbo de las capas es de 30º N.O. y su inclinación 45° al N.E. entre Ixtacahuayo y El Naranjal.

De Ixhuatlán á ranchería del Alamo por Llano de Enmedio.—Continúan las pizarras y areniscas margosas que hemos venido viendo desde antes de llellegar á Ixhuatlán, y que como he dicho antes, se asemejan á las pizarras areniscas del Infracretáceo de Zapotitlán en Tehuacán. En el río de Ixhuatlán llamado de Tolentino, tienen los estratos un rumbo de 45° N.O. y 30° de echado al N.E. Continúa esta formación hasta la hacienda del Chapopote cubierta por tierra vegetal.

De Chapopote á la hacienda de Tomatoco.—Al N. y O. rocas ígneas terciarias que continúan hasta Tantima pasando por la orilla de Tantoco.

De Tomatoco á Tlacolula y rancho de la Puente.—Adelante de Tomatoco se atraviesa una cordillera de cerros de rocas ígneas que va á terminar adelante de Tantima; sigue después la arcilla cuaternaria hasta llegar á Tlacolula, y adelante se ve otra cordillerita de cerros de rocas ígneas terciarias que se va á unir á la primera. De Tlacolula á Rancho de la Puente, sobre el camino de Túxpam á Chicontepec, la arcilla cuaternaria debajo de la tierra vegetal. Al S.E. se ve el cerro de Moralillo y al S. el de Tepenahua, muy inmediatos al rancho formando parte de la cordillerita que se atraviesa al ir de Tomatoco á Tlacolula.

De la Puente á Chicontepec.—Aparecen las pizarras y areniscas margosas de grano fino, siendo un poco más arcillosas y estando dislocadas con rumbo N.–S. é inclinación de 15° al O. Ya muy cerca de Chicontepec, las pizarras corren de E. á O. con inclinación de 20° al E., que pasa á 5° al E. La misma formación continúa hasta la subida á Huautla, donde aparece la roca ígnea de color negro igual á la de Huayacocotla, que antes de 1 kilómetro de Huautla á Huejutla desaparece debajo de las pizarras, que continúan hasta Huejutla casi horizontales. La iglesia de Huejutla está construída sobre una pequeña loma formada de capas horizontales de pizarras margosas. Las pizarras son idénticas á las de Tenampulco, camino de Teziutlán:, son muy tiernas y parecen pertenecer á la cima del Cretáceo y quizá pasen á la base del Eoceno. Por su aspecto se asemejan á las de Tamaulipas y Nuevo León cerca del Tulillo en donde se manifiesta el Laramie, y no seria remoto que perteneciera á dicha subdivisión del Cretáceo. Llama notablemente la atención del observador la sucesión no interrumpida de estas pizarras que con una composición más arcillosa encierra fósiles jurásicos en la barranca de La Calera, junto á Huayacocotla, y cambiando su composición sin el más ligero trastorno en su estratificación, pasan á las pizarras calizas de la cima del Jurásico y base del Cretáceo, como en Catorce y Tetela, y después alternan con areniscas calcáreas, que sucesivamente se van volviendo margosas lo mismo que las pizarras, teniendo entonces el aspecto de las pizarras y areniscas del Infracretáceo de Zapotitlán, con la notable y curiosa semejanza de que las aguas que fil-

tran por entre ellas son ligeramente saladas; y finalmente, de Ixhuatlán á Huejutla las pizarras predominan con el carácter de las del Laramie, dando también aguas saladas como en Nuevo León.

De Huejutla á Chiconamel—La pizarra y areniscas margosas apizarradas que hay en Huejutla en capas casi horizontales ó ligeramente onduladas, pueden con toda probabilidad referirse, como lo he hecho antes, al Cretáceo Superior ó á la base del Terciario.

De Chiconamel á Ranchería de "El Cardón."—Continúa la misma formación anterior hasta las Piedras, El Cardón, Pochuco hasta Tonquián en donde el Cuaternario adquiere mayor espesor. Esta formación continúa á Tanchenec por Colosán y Santa Rosa.

De Tanchenel al río Pujal.—Continúa el Cuaternario. En la ribera izquierda del río anticlinales con crestas N.–S., y adelante se ven las capas buzando al O. con rumbo N.–S. y el echado es de 30° á 35°.

De Pujal á Valles.—Continúa la anterior formación.

De Valles á Tampico.—Por la vía ferrocarrilera de San Luis Potosí á Tampico, pizarras margosas y calizas, especialmente en el lugar llamado la Pedrera. Las rocas calizas más ó menos apizarradas que pasan á pizarras margosas y que en estructura varían de imperfectamente pelíticas á granudas de diversos granos, están ligeramente dislocadas formando suaves ondulaciones ó pliegues de poca altura cuyas crestas ó dorsos, según sea su amplitud, son paralelos casi á la meridiana magnética. Como he dicho antes los pliegues en lo general son muy abiertos, así es que los estratos se presentan ligeramente inclinados hacia rumbos que coinciden casi con el E. y el O. alternativamente. El aspecto de la caliza cerca de la Pedrera es de una caliza hidráulica.

A unos 20 kilómetros de Tampico las calizas desaparecen debajo de la tierra vegetal y del aluvión fino (limo) de los ríos Tamesín y Pánuco, pero es muy probable que en los peqneños lomeríos de las inmediaciones de Tampico se vean las calizas de que nos venimos ocupando.

La edad de estas calizas es bastante difícil de determinar, en atención á la escasez casi absoluta de fósiles en las localidades estudiadas, pero tomando en cuenta sus caracteres de estructura, textura, composición y posición estratigráfica, se pueden referir á la cima del Cretáceo, pues cubren á las pizarras y areniscas margosas, que en Huejutla y otros puntos visitados hemos visto descansando sobre pizarras calizas y areniscas calcáreas, que á su vez descansan sobre las pizarras que contienen los fósiles jurásicos de la barranca de La Calera, junto á Huayacocotla, á un lado de Zacualtipán y cerca de la línea limítrofe entre Veracruz é Hidalgo, al primero de cuyos Estados pertenece el pueblo de Huayacocotla qne forma un Municipio dependiente del Cantón de Chicontepec.

De Valles á Rescón y Tambaca—Las pizarras desaparecen debajo de las calizas compactas gris cenicientas que tienen el aspecto de las calizas cretáceas

de Guadalcázar, etc. Un kilómetro adelante de Tambaca aparecen rocas ígneas que dislocan las calizas. El ancho es de algunos kilómetros.

En Canoas aparecen las rocas ígneas que se extienden poco hacia el S. y al E.

Al E. del pueblo de Yolotepec, á unos 4 kilómetros, se levantan cerros que se extienden hasta Mixquiahuala, compuestos de caliza compacta, gris cenicienta, fosilífera, que por metamorfismo pasa en algunos puntos á caliza imperfectamente cristalina. Los fósiles que contiene la caliza son hippurites en muy mal estado de conservación, pero parecen pertenecer los más abundantes á la especie Hippurites mexicana Bárcena.

La formacion cretácea se extiende á la hacienda de Ocoxdá formando un arco de cavidad volteada hacia Yolotepec y se une al cerro de calizas situado entre Yolotepec y Lagunillas. Xochitlán como Yolotepec, está situado sobre acarreo de guijarros y cantos de caliza fosilífera cretácea cementados por toba caliza arcillosa (caliche) que forma costras muy gruesas al pie de los cerros de caliza.

Ixmiquilpan está edificado en tobas, arenas y cenizas volcánicas que forman entre las tobas lechos de una especie de arenisca tierna (xalnene) que pertenecen al fin del Plioceno. Está formación está limitada por altos cerros de calizas cretáceas fosilíferas que se continúan por un lado para Mixquiahuala y por otros para Zimapan y El Doctor en Querétaro. En esta parte del Estado de Hidalgo las capas calizas dislocadas tienen un rumbo dominante de E. á O. próximamente y echado de 35° á 60° al S.

Estado de Oaxaca.

De Huajuapan á Tezoatlán.—Rocas ígneas terciarias andesita horbléndica y rocas sedimentarias terciarias del Plioceno, formadas por destrozos de rocas ígneas, con granos variables que constituyen brechas y conglomerados que pasan á areniscas margosas y margas, entre las cuales viene intercalado el yeso de un modo muy irregular.

Estratigráficamente se distinguen las siguientes subdivisiones ó pisos del Terciario: conglomerado calizo formado por guijarros y cantos de caliza cretácea; conglomerado rojo de grandes elementos, en los cuales predomina la pizarra metamórfica y los guijarros calizos son más escasos, más pequeños y vienen acompañados de cantos, guijarros, chinas y matatenas de rocas andesíticas; areniscas tiernas arcillosas, imperfectamente pizarreñas; esta arenisca alterna en algunos lugares con capas de roca ígnea del Plioceno; finalmente margas arcillosas que cubren las rocas ígneas del Terciario Superior.

De Tezoatlán á Tlaxiaco.—Hasta la llegada á Santa Catarina rocas idénticas á las de Tezoatlán; de Santa Catarina adelante, hasta cerca de Yosoñama andesita hornbléndica; junto á Yosoñama rocas sedimentarias: areniscas margosas, tiernas, verdosas y grises que son probablemente de la cima del Cretá-

ceo, después filades hasta cerca de la bajada del río de Ñuñú en donde vuelven á aparecer las andesitas, y sobre ellas dislocadas areniscas cuarzosas y pizarras como las de la formación en que viene el carbón; pasado el río aparecen nuevamente las rocas terciarias ígneas y después margas verdes de diversos tonos y más ó menos claramente apizarradas, que pertenecen según mi modo de ver al Cretáceo Superior.

En una barranquita que se junta al río Ñuñú en la orilla derecha del camino de Tlaxiaco á Yosoñama 22° al S.E., se encuentran cuatro capas de pizarras con hojitas de carbón, teniendo hasta 20 centímetros de espesor.

En la falda del cerro de Yucutiucu, junto al río Ñuñú, se halla otra capa de carbón en pizarra negra con muy escasas hojas, rumbo N.–S.

Cerro del Mosco rumbo 33° N.E. y echado al SE. de 50°, pizarra negra teñida por carbón; no se distingue capa de carbón puro. Estas pizarras continúan del otro lado de la barranca con espesor de 4.25 metros.

En la barranca de Agua Salada con rumbo de 20° N.E. y echado de 30° al S.E., se halla una capa de pizarra con carbón impuro intercalada entre capas de arenisca en el alto y pizarra en el bajo. Adelante se encuentra otra capa de 50 centímetros de espesor como á distancia de 5 metros de la anterior. La capa más importante de 2 metros de pizarra bituminosa con delgados lechos de carbón, que lleva mucho óxido rojo de fierro en todas las líneas de fractura; las capas expuestas á la intemperie se oxidan y tiñen de rojo. La barranca se junta como se ha dicho al río de Ñuñú en su margen izquierda.

Barranca del Moral.—Al pie de la loma del Arenal en donde se hallan capas carboníferas con espesor total de 7 metros divididas en cuatro grupos por la pizarra: el superior de 2 metros próximamente; el segundo que tiene un espesor de 80 centímetros con carbón malo, y el tercero otra de 65 centímetros. El grupo superior, que es el mejor, lleva una capa de 30 centimetros de carbón puro de muy buena calidad. Es el manto más abundante á la vez que de todos los criaderos visitados es el que contiene carbón mejor; las capas tienen rumbo N. 30° O. con 30° de echado al S.O.

Mina de la Barranca de los Sabinos en el cerro de Yucundica. (Cerro abierto).—Contiene una capa de pizarra negra con delgadas y numerosas capitas de carbón. El espesor total es de 3 metros y en todo el grueso no se distingue una sola capa de carbón que tenga 10 centímetros de espesor. Rumbo de las capas de caliza que viene en la cima de la formación de Tlaxiaco N.–S. con echado de 5° á 10° al O.

Al N.O. de Tlaxiaco he encontrado fósiles en el grupo de pizarras margosas verdes y amarillentas que tienen un rumbo N. 10° E. y echado de 10° al S.O. Los fósiles recogidos son Grypheas y Cyprinas; las primeras parecen ser de la especie Pitcheri, y las últimas son especies vecinas de algunas de las Cyprinas de San Juan Raya, teniendo más semejanza con las Cyprinas del S. de México y del Estado de Chiapas.

Mina de carbón de Tuniche, paraje de Miniyahua en la fracción de Antonio

Mendoza.—Lignita terrosa de pésima clase en la que vienen capitas de lignita apizarrada de muy buena calidad.

Margen derecha de Santiago del Río.—En el Distrito de Silacayoapan, lignita terrosa de mala clase; en el corte de la barranca se hallan descubiertas siete capitas de 15 á 50 centímetros de grueso compuestas de tierra y lignita de mala calidad.

Realito.—Las vetas de Realito están al S. de la población á una legua cortando micapizarras. Esta formacion se compone de conglomerado rojo terciario y tobas y margas hojosas orientadas de N.-S. y echado variable al E. y cerca de Silacayoapan al O.

De Silacayoapan á Realito.—Conglomerado y tobas terciarias interrumpidas por rocas ígneas á 4 kilómetros de Silacayoapan.

Del Rancho de las Animas al Paraje del Sabino.—Capas de margas arenosas, verdosas y blancas del Terciario que vienen sobre las margas silizosas en que existe la lignita apizarrada de Miniyahua con rumbo E.-O. y echado 35° al S. Las margas alternan con areniscas.

De Silacayoapan á Santiago del Río.—Margas, areniscas terciarias en la base y en la parte superior margas blancas calizas y silizosas; entre estas viene el carbón de Tunuchi y el de Santiago en las margas apizarradas y areniscas de la base.

De Santiago del Río á Las Animas.—Terciario; adelante en las faldas del cerrito Tia Aleja, roca ígnea terciaria; despues conglomerados calizos y yesosos y finalmente yeso formando los cerros de Tecomistlahuaca, siendo el mejor por su color y grano el de la cañada de Santa Catarina.

Corte.—Yeso, conglomerados rojos y areniscas rojas tiernas, margas verdosas y areniscas tiernas verdes y pardo rojizas, margas muy silizosas y calcáreas y encima tobas margosas y margas arenosas de origen volcánico. En el tercer miembro y en la base del cuarto viene la lignita apizarrada del Distrito de Juxtlahuaca.

De Mixtepec á Juxtlahuaca.—Conglomerado grueso y fino, rojizo, terciario, semejante al de Tezoatlán, calizas y pizarras más ó menos calcáreas, fosilíferas, muy ricas en Ostreidæ; después pizarra arcillosa hasta inmediaciones de Juxtlahuaca en donde aparecen las rocas ígneas terciarias.

De Tlaxiaco á Mixtepec.— Margas verdes y areniscas verdosas de la cima del Cretáceo y base del Terciario; en seguida descendiendo, pizarras fosilíferas con Cyprinas y varias capas de Ostreidæ, más abajo pizarras y areniscas con impresiones en que viene el carbón de Tlaxiaco; en la base, phyllades y pizarras arcillosas. Estas continúan hasta 4 kilómetros antes de Mixtepec en donde asoman rocas ígneas y de allí á Mixtepec conglomerados y areniscas volcánicas del Terciario Superior.

De Juxtlahuaca á Tepexillo.—Rocas ígneas terciarias y en partes capas de pizarra caliza ó caliza apizarrada.

De Tepexillo á Tindú.—Caliza compacta gris cenicienta y al llegar á Tindú rocas ígneas.

En la barranca del Agua Buena 30° N.O. de Tezoatlán aparece una capa de pizarra carbonosa, que los vecinos de Tezoatlán han tomado como carbón, está bastante impregnada de carbón pero no se le puede considerar como tal. La pizarra negra tiene un espesor de 27 centímetros y está intercalada entre la arenisca margosa en el bajo, y arenisca resistente de grano fino en el alto. Arriba y abajo hay alternancias de capas resistentes y arcillosas, pero que no constituyen verdadera arcilla sino que es arenisca en que abunda más el elemento arcilloso. Rumbo 60° N.O. y 50° echado al S.E.

Corte.—Capas superiores de arenisca gruesa que lleva chinas y gravas, constituyendo una piedra de molino de buena calidad, debajo alternancia de numerosas capas de arenisca de grano fino más ó menos resistente entre las cuales viene la pizarra carbonosa. Adelante, barranca abajo, las capas tienen rumbo 70° N.E. y 55° al S.E. estando onduladas en el sentido del rumbo.

Barranca del Guayabo entre los cerros de La Campana y otro sin nombre al E., capas de pizarra y arenisca pardo rojiza semejante á la de Matzitzi en Tehuacán, formando anticlinales orientados de 65 á 60° N.O. El echado no solamente cambia de rumbo sino que es de mayor ó menor inclinación según que se aproxima uno ó se aleja de las crestas de los caballetes. En este lugar predominan las pizarras arcillosas y las areniscas de grano fino más ó menos margosas.

La capa conocida con el nombre de mina del Guayabo es un grupo de capitas de pizarra carbonosa entre las cuales hay un caballo de arenisca de 8 á 12 centímetros, y la capa mide un espesor de 3^{m}17, según la horizontal, con rumbo 65° N.O. y 52° echado al S.O. Barranca arriba y sobre las capas que vienen encima de la considerada como carbón, siguen las mismas capas pero con una inclinación menor y á 10 metros de la anterior: capa de 50 centímetros de carbón como el de Olomatlán, es decir, pizarra arcillosa impregnada de carbón de estructura pizarreña imperfecta; el carbón tiene una fractura concoidea grande é imperfecta; rumbo 60° N.O. y echado 35° al S.O.

Encima vienen las areniscas de Sta. Cruz y en las capas de pizarra arcillosa se ven hilos de pizarra bastante cargada de carbón.

Aquí aparece una falla con rumbo 15° S.O. y un salto según el plano de la falla de 2^{m}30. En estas capas de arenisca margosa vienen intercaladas capitas ricas en nódulos de hematita arcillosa, con espesor de 6 á 10 centímetros. A 1560 metros de altura predomina la (piedra de amolar) arenisca de grano mediano y fino, orientada de E. á O. y echado de 25° al S. á consecuencia de la falla anterior. Aquí suelen verse en absoluta minoría las pizarras, dominando las areniscas.

En la misma barranca del Guayabo, intercalada entre arenisca gruesa en el alto y pizarra en el bajo, hay una capa de 1^{m}65 de grueso de carbón un poco mejor que el anterior pero todavía impuro, es decir, muy cargado de arcilla, desmoronadizo é imperfectamente apizarrado, con lustre vivo en las caras de fractura. La capa contiene á unos 40 centímetros de alto una capa de

nódulos de arcilla ferruginosa irregularmente distribuídos en ella, con espesor máximo de 20 centímetros, con rumbo N.O. 20° y echado de 18 á 20° al S.O. La arcilla ferruginosa en nódulos formando capas delgadas es bastante abundante en la pizarra arcillosa, cuyos colores dominantes son el gris ceniciento obscuro, negro agrisado y pardo rojizo. La arenisca pardo rojiza es más claramente apizarrada que la blanco agrisada y aun cuando llegue á tener el mismo grano es de cemento mas arcilloso y lleva numerosas laminitas de mica que son visibles sobre todo en las caras de estratificación. Cambia en el intermedio el rumbo á E.–O. y echado de 5° á 10° al S.

Barranca de la Taberna, conocida también con el nombre de Tlacololo, formada por los cerros Cuchilla de Palo Blanco al N. y la del camino de Tonalá que se desprende del cerro colorado al S. La barranca corre de N.O–S.E. aproximadamente. Complexus de capas de arenisca pardo rojiza y amarillo sucio alternando con pizarra arcillosa, que forman pliegues anticlinales orientados de N.–S. y echado de 85° al O. Capa de pizarra bituminosa pasando á carbón impuro arcilloso, igual al del Guayabo y semejante al de Olomatlán. La capa está intercalada entre arenisca en el alto separada por delgada capa de pizarra y pizarra arcillosa en el bajo, en la cual vienen nódulos ó riñones de hematita arcillosa roja y limonita, que han sido considerados como esferosiderita por los Sres. Murphy y Ramírez. El espesor de la capa de carbón es de $1^{m}60$ y queda en la bóveda del anticlinal. Corte: conglomerado del Terciario, compuesto de guijarros, calizas, y cantos rodados calizos cretáceos que descansan en estratificación discordante, sobre las pizarras y areniscas en que viene el carbón.

Entre el carbón y á guisa de caballos ó lentes vienen nódulos de arcilla ferruginosa.

El carbón está irregularmente distribuído entre la pizarra, formando hilos numerosos pero delgados y es frecuente encontrar trozos compuestos casi de carbón y otros más numerosos de pizarra bituminosa. La capa conserva su estructura pizarreña bastante manifiesta, sólo que es imperfectamente apizarrada. Cinco metros debajo otra capa de 75 centímetros de espesor formando la bóveda del pliegue; debajo viene una capa de 15 centímetros de arcilla ferruginosa nodulosa y después pizarras más ó menos arcillosas entre las cuales vienen capitas de arenisca.

Aquí dominan las pizarras y puede ser un buen lugar para investigaciones.

De Tezoatlán á Diquiyú.—El camino desde la salida de Tezoatlán hasta 2 kilómetros va sobre la brecha que corona la formación terciaria de Tezoatlán y que forman las curiosas peñas y crestones de todos los alrededores; después aparecen las capas rojo–parduscas que se ven en los cerros de las inmediaciones, constituídas por areniscas de cemento arcilloso muy desmoronadizas con rumbo 300° y echado de 20° al O. Adelante aparece una roca andesítica y luego una especie de basalto ampolloso, que podrá ser una variedad de textura de la anterior, pudiendo referirse á las andesitas augíticas; y continúa

hasta la barranca del Sauz ó del Encinal, perteneciente al rancho del Rosario.

En la barranca del Encinal ó del Sauz se ven las capas de pizarra bituminosa bastante abundante, con espesores variables entre 70 centímetros y $2^{m}50$, alternando con areniscas de grano fino amarillentas y rojo-parduscas. Tanto entre estas como en la pizarra, pero más comúnmente en la pizarra vienen intercaladas las capas de nódulos ó riñones de arcilla ferruginosa amarillenta y rojiza. El carbón es de la misma calidad que el del Guayabo y La Taberna, es decir, pizarra bituminosa con hilitos de carbón irregularmente distribuídos entre ella. El grueso de los hilos de carbón es de 3 á 12^{mm}. El rumbo de las capas es de 70° N.O. y echado de 32° al N.E. Las pizarras predominan de una manera absoluta.

Siguiendo barranca abajo y en el orden ascendente de las capas se cuentan en un tramo horizontal de 150 metros cinco capas de pizarra. Las capas con nódulos ferruginosos son tan abundantes como las de pizarra bituminosa aunque menos gruesas.

En la parte superior de la formación dominan las areniscas de grano grueso, entre las que vienen capitas de conglomerado de grava y china.

Mina de Tlaxisque en la barranca del mismo nombre, donde se encuentra una capa de pizarra con hilos de carbón de muy buena calidad de 2 á 3 centímetros, intercalada entre lechos de pizarra con numerosas capitas de carbón; rumbo N.-S. y 50° al E. El alto está compuesto de nódulos de arcillas ferruginosas y el bajo lo mismo.

La barranca queda al N.E. de San Juan Diquiyú.

De San Juan Diquiyú á Barranca del Consuelo.—Esta barranca que queda al S.O. del pueblo, se compone de roca ígnea que disloca á la formación en que viene el carbón entre capas de pizarra y arenisca micacífera, dispuestas casi horizontalmente en tramos, y en otras onduladas viene un carbón apizarrado; cortado por una falla orientada 65° N.O y echado al N.E. de 25°. La naturaleza del carbón es igual á la de la barranca de Tlaxisque, pero más abundante dentro de la capa de pizarra en que viene. Por su facilidad de extracción, por su abundancia y calidad, este es el mejor carbón de todos los que llevo vistos hasta la fecha.

Anticlinales con crestas 10° N.O. pendientes de 20°. Capas de carbón de 35 centímetros. 1ª Carbón 30 centímetros, pizarra 30-40 centímetros, carbón 50 centímetros. Tres capas de carbón, siendo la inferior de 50 á 60 centímetros y las otras de 25 á 35.

Además del inconveniente de la proporción de cenizas que es bastante considerable, tiene el de la presencia del sulfuro de fierro que alterado forma pegaduras de ocre de fierro en las caras de fractura. El carbón es perfectamente estratificado ó apizarrado y en las caras de estratificación presenta numerosas impresiones de cycadeas entretejidas. Tiene además la particularidad de partirse en fragmentos pseudo-regulares de crucero rómbico. Adelante á 17 me-

tros horizontales se encuentran capas con 10° de inclinación al S.E. y rumbo de N.E.–S.O.

Corte: tierra vegetal, capas de pizarra ó arenisca ferruginosa de grano fino, capas gruesas de carbón pero con pegaduras de ocre de fierro en las caras de estratificación.

Paraje de Yodomite (llano de arena).—Capas de arenisca y pizarra con capas de carbón intercalada, rumbo 30° N.O. y echado al S.E. de 35 á 40°. Arenisca gruesa, arenisca fina y carbón en capa de $2^{m}.20$ con caballos de pizarra de 5 á 15 centímetros. El carbón viene intercalado en lentes en la pizarra, pero de calidad inferior al de Consuelo, rumbo 30° N.O. y echado de 45° S.E. Grueso de la capa de pizarra $1^{m}.80$ cargada de carbón en su mitad inferior.

En la barranca del Carrizo al S.O. de Tezoatlán, N.E. de Diquiyu existe una capa de pizarra bituminosa en la cual van capitas de carbón de buena calidad. La pizarra es más bituminosa que la del Guayabo y la Taberna, y el espesor de la capa es mayor, teniendo $2^{m}.50$ con un caballo de pizarra de 70 centímetros en su tercio superior. Esta capa está cortada por una falla de 20° N.E. con inclinación de 80° al S.E. El salto según la falla no se puede medir por estar cubierto de escombros la parte inferior del manto. Debajo de la capa viene la pizarra con nódulos de arcilla ferruginosa, y después nueva capa de pizarra con carbón á 2 metros abajo de la primera; rumbo 65° N.O. y echado al N.E. de 50°.

El rumbo dominante de las capas á 200 metros del pueblo de Diquiyú, en donde ya no se ve la roca ígnea es de 30° N.O. y echado al N.E. de 70°. En este lugar casi no se encuentra más que pizarras más ó menos resistentes y micacíferas; pero en la parte superior en las orillas del pueblo, dominan los conglomerados de gravas y chinas cuarzosas con destrozos de pizarras metamórficas. Se ve aquí plegada una capa de carbón y sobre ésta otras dos capas, las dos de mala calidad, con rumbo 30° N.O. y echado de 30° al N.E.

Siguiendo la barranca del Carrizo hacia abajo, va uno subiendo en el sentido estratigráfico y se llega á un paraje conocido con el nombre de Reparo Trigo, junta del río Diquiyú con el de Santa Catarina, en donde se ve una capa de pizarra bituminosa con carbón en delgadas capitas de espesor total de 35 centímetros. El carbón es inferior al del Consuelo y enteramente igual al del Carrizo, teniendo un rumbo de 30° N.E. y echado de 25° á 20° al N.E. Vense algunos pliegues anticlinales cuyas crestas están orientadas 25° N.O. La capa de pizarra que está debajo del carbón está muy llena de impresiones vegetales.

En la barranca del Lucero en el cerro del mismo nombre á inmediaciones de Santa María Yucuquimi (cerro del Lucero), se ven cinco capas con rumbo 30° N.E. y echado de 30°, de espesor de 35 á 95 centímetros de pizarra bituminosa con numerosos hilos de carbón. Las capas de pizarra gris cenicienta en que viene intercalado el carbón, forman á la entrada de la barranca pliegues reclinados al S.O. y las crestas van de N.O.–S.E. En estos puntos

las capas de carbón plegado dan un espesor aparente de 3 metros, la pizarra es tan bituminosa como la de la Taberna, y en algunos tramos de la capa aumenta la proporción de carbón, hasta considerarse en ese tramo como carbón todo el espesor de la capa. Esta circunstancia hace probable la distribución de la riqueza en lentes de la capa, sin que me atreva por los pocos datos recogidos de lo que se ve en los cortes naturales de las capas, á sostener que esta es la manera de ser del carbón, por más de que todas las probabilidades son de que esto suceda. Las pizarras llevan impresiones como las de Tecomatlán, formando ondulaciones en el sentido de la dirección.

Barranca del Lucero á San Andrés Yutatio (junto al río).—Aparece sobre conglomerado que corona la formación de arenisca margosa amarillenta y amarillo verdosa, sobre la cual viene la caliza en bancos poderosos, orientados 30° N.O. y echado al S.O. de 25° á 15°. Sobre esta caliza está edificado el pueblo de San Andrés Yutatio. Esta se extiende hasta Santa María Yucuquimi.

En el paraje de Sayayuya cerca de San Andrés Yutatio (salto del río) donde está abierta la mina de la Cuesta ó del Payaso existen capas de pizarra bituminosa más delgadas, menos abundantes en carbón y de inferior calidad, en número de tres: la más gruesa de 45 centímetros con nueve hilitos que á veces alcanzan 2 centímetros de espesor. Las capas tienen un rumbo de 70° N.O. y echado de 25° al N.E., que pasa después á 50° N.O. y echado al N.E. de 20° á 15°; están flexionadas en el sentido del rumbo y hay un punto en la barranca en el que se ve el doblez terminando en ángulo de 110° teniendo una inclinación de 50° á 85°.

La formación en que se ven las capas de pizarra negra viene debajo de la caliza, margas y areniscas margosas de San Andrés Yutatio que tienen rumbo 20° N.O. y echado al S.O. de 40°; en este grupo de capas he visto una de ostreas destrozadas y embutidas indefinibles, pero que su posición me hace creer que es perteneciente al Cretaceo Inferior como las de San Juan Raya.

He visto en la barranca numerosas capas de pizarra con nódulos de hematita muy arcillosa y que producen en la pizarra una estructura globular grande como el basalto, al cual se asemejan por la forma y el color.

De Yutatio á Tonalá.—Por Sta. María Yucuñuti.—Caliza cretácea formando cerros á los lados del camino.

Mina en la barranca de Alcaparrosa al O.N.O. de Tonalán. Pizarra bituminosa muy plegada en capa delgada, formando un criadero de carbón que no tiene valor industrial. Corte: tierra vegetal, formación yesífera del Terciario como en Chila Petlalcingo y alrededores de Huajuapan, pizarras plegadas etc., capas de pizarras N.-S. y echado de 50° al E. Las capas son de colores vivos en que abunda el rojo y el amarillo, filades debajo con rumbo N.-S. y echado de 80° al O. y verticales.

Mina León en la barranca del Pipe. En el contacto de la roca ígnea ande-

sítica viene una capita de color negro de pizarra bituminosa que se ha tomado por carbón.

De Tonalán á Tezoatlán.—Calizas y areniscas verdosas del Cretáceo y andesitas que cortan al Cretáceo; cerca de Tezoatlán, debajo de las calizas, aparece la formación en que se encuentra el carbón.

De Tezoatlán á Rancho de San Juan Yuta.—Terciario y debajo phyllades. Adelante, río abajo, siguen las phyllades y las de color negro y negro agrisado son las que se han tomado aquí por carbón.

En la Cuchilla de los Jogos ó Chupandías, se ve pizarra arcillosa negra que no se puede considerar como carbón.

Mina de San Francisco en el rancho de San Francisco Yosacuta. Pizarras verdes resistentes y arenisca de grano fino, pobres en mica y muy semejantes á las pizarras arcillosas grises, hay una hoja de color negruzco de pizarra bituminosa muy pobre en betum, y sobre la capa de arenisca que forma el alto de la capa anterior viene otra de 20 centímetros á 10 centímetros, en la cual hay hilitos de carbón con rumbo N.O.–S.E. y echado de 55° á 20° al N.E.

Capa de pizarra con carbón de 80 centímetros, con rumbo N.O. 40° y echado de 40° al N.E., intercalada entre capas de pizarra que vienen debajo de la caliza compacta gris cenicienta fosilífera, de la cima del cerro de San Juan Viejo. El lugar de esta capa es la orilla del Pueblo de San Juan Viejo.

Continúan para abajo capas de pizarra negra.

Estados de Guerrero, México y Michoacán.

De Cuala á Tlalapa.—Pizarras micáceas más ó menos alteradas y muy plegadas. En la mina de Tlalapa al S.E. del pueblo de este nombre á 1200 metros de distancia se encuentra una mina de antimonio abierta en una veta en andesita que corta á las micapizarras según la dirección N. 70° E. En la andesita arma la veta de estibnita, blenda y galena antimonial con matriz cuarzosa y tiene un rumbo N. 10° O.

De Cuala á Xalmolapa.—Conglomerado rojo plioceno formado de destrozos de rocas andesíticas bastante alteradas con rumbo N.–S. y echado al E. En Xamolapa se presenta con echado al O. La andesita de Tlalapa asoma en algunos lugares sin ocupar grandes extensiones.

En el arroyo de Cuatlecapa se ven capas de areniscas y pizarras con rumbo E.–O. y echado de 70° al S. Caliza y pizarra caliza, arenisca calcárea con rumbo N.O. y 50° al S.O. Capas con rumbo N. 26°.Pegaduras de carbón de 2 á 5 milímetros.

A los 12 kilómetros de Huamuztitlán camino para Xihuitlipa aparecen las micapizarras con rumbo N. 70° E. verticales al principio y después con inclinación de 80° al S.E. El conglomerado volcánico rojo y una marga pardo–rojiza que descansa sobre brechas de areniscas, cubren todo el tramo des-

de la orilla del valle de Huamuztitlán. El conglomerado es casi horizontal, débilmente inclinado al S.E. De Huamuztitlán se inclina hacia Tlalapa y adelante de Totolapa tiene inclinación contraria.

Adelante asoman las pizarras con echado contrario al anterior. A los 19 kilómetros de Huamuztitlán, aparecen las calizas compactas cretáceas con rumbo N. 50° E. y 10° al N.O.

A unos 3 kilómetros antes de llegar á Xihuitlipa desaparecen las calizas y quedan á descubierto las pizarras, apareciendo las primeras á una distancia de 800 metros al S.E.

En la barranca de Chilsintla al S. O. de San José Buenavista se ve la formación del Cretáceo, compuesta de pizarras arcillosas, pizarras margosas calizas y conglomerados. El conglomerado viene encima de las calizas ó de las arcillas margosas con rumbo N.–S. y 35° á 40° y 50° echado al O. El espesor de la formación es de más de 600 metros.

De Olinalá á Teohuoxtitlán.—Pizarras y á la mitad del camino andesita. El pueblito de este nombre está en una loma de conglomerado rojo, siendo las lomas vecinas de la misma roca.

De Ocotitlán á Teohuoxtitlán.—Pizarras, y á 4 kilómetros antes de llegar conglomerado rojo y margas rojas arcillosas. La pizarra continúa hasta más allá del pueblo de Alpoyeca. Cuatro kilómetros adelante del pueblo, el echado es al S.E. y el rumbo de las pizarras es de N.E.–S.O.

Cerca de Xitopontla, se encuentra una reventazón de hematita en lente, filón capa, intercalado en las pizarras que corren de N.E.–S.O. con echado de 50° al S.E. Las pizarras que en este punto se encuentran tienen un rumbo N.–S. continuándose hasta Atlistaca, acompañadas en este lugar de un conglomerado rojo hasta Ahuacuotzingo.

Arroyo de Tecomatlán ó Trapiche Viejo.—Conglomerado y debajo andesita. Antes de llegar á Vinatería de Xaxoxutla, conglomerado y caliche sobre caliza cretácea.

Garita de Tlacolaquia, donde entra el río de Pantitlán abierto en la caliza. —A 3 kilómetros termina el llano de Pantitlán donde se ve el Cuaternario sobre conglomerado calizo y en la base conglomerado rojo. Siguen margas blancas, verdes y rojas (terciario), con rumbo S.E. y echado de 20° á 25° al N. O.

Río de Atempa, continuación del conglomerado.

La población de Chilapa está situada en una formación Cuaternaria y en andesitas de hiperstena y hornblenda.

Cuesta de Temalacatlalca (á 8 kilómetros de Chilapa).—Cretáceo: margas fosilíferas sobre calizas fosilíferas, comenzando las calizas á 4 kilómetros de Chilapa con rumbo N.–S. y echado al O.; las margas y calizas arcillosas con echado al N. Al terminar la cuesta, Cretáceo: calizas entre pizarras y capas de ostrea, adelante capas de pizarras margosas cretáceas, con rumbo E.–O. y echado al N. de 10°. Adelante, anticlinal N. 70° O. inclinación 10° al N.E.

Pie de la cuesta de Amula, Cretáceo con rumbo N.–S. y echado al O. y al S.O.

Los llanos de Amula se extienden hasta Apango, y están limitados por cerros de caliza y pizarras cretáceas. A 6 kilómetros antes de llegar á Tixtla se interrumpe el cretáceo, dominando las calizas en los cerros hasta Atliaca. El pueblo de Tixtla se halla en formación Cuaternaria.

Chilpancingo.—Sigue Cuaternario y el camino va por la derecha en la orilla y corta á 2 kilómetros las calizas cretáceas con rumbo N.E.–S.O. y echado al N. O., encima vienen areniscas amarillentas y pizarras amarillentas sucias, con rumbo E.–O. con echado al S. de 15°.

Zumpango.—Pizarras amarillentas compactas y pizarras negras agrisadas desmoronadizas, con rumbo N.–S. y echado al E. de 5°. Pudieran referirse al Eoceno; llevan vetillas de Baritina. En la cañada del Zopilote á 4 kilómetros de Zumpango se ven las andesitas. Las andesitas siguen hasta 9 kilómetros de Zumpango, donde cortan á las calizas cretáceas que aparecen con rumbo N.–S. é inclinación al E. de 30°.

Venta de Mezquititlán.—Calizas cretáceas. Dos kilómetros adelante capas de caliza con rumbo N.E.–S.O. y echado de 50° al S.E. Antes de llegar al Zopilote calizas en sinclinal abierto.

Venta del Zopilote.—A 22 kilómetros de Chilpancingo, calizas cretáceas con rumbo E.–O. y echado al S., pasando estas capas á 2 kilómetros adelante á ser horizontales. Así continúan hasta Milpillas y adelante tienen un rumbo E.–O. con echado variable al N. Cambian nuevamente un kilómetro adelante por N. 30° E. con echado al S.O. y al S.E. alternativamente y horizontales, para tener luego rumbo N.S. con echado de 25° al O., y adelante E.–O. con echado de 15° al N. Sigue una sucesión de pequeños pliegues cuyas crestas corren con rumbo N.–S.

En Venta Vieja, calizas del Cretáceo, orientadas E.–O. con 70° echado al S., y á 2 kilómetros adelante las capas de E.–O. tienen echado de 10° al N. Cambia en seguida el echado al S. bajo el ángulo de 45° y así continúan hasta Venta del Zopilote. Aquí aparece la andesita cortando las pizarras calizas cretáceas por un tramo de cosa de 2 kilómetros, y continúa la pizarra amarillenta del Cretáceo Superior hasta Mexcala, 42 kilómetros. pueblo situado en la ribera izquierda del río de las Balsas,

Entre Mexcala y el río de este nombre, las capas corren de N.–S. con echado al E. de 60° y al O. de 15°, formando pliegues descopetados de pizarra del Cretáceo Superior. En el río, á 6 kilómetros de Mexacala, las capas de pizarra y de arenisca calcáreas tienen la dirección N. 70° E. y continúan hasta 2 kilómetros antes de Xalitla, en donde el conglomerado andesítico rojo del Terciario superior las cubre; extendiéndose el conglomerado en capas horizontales hasta unos 3 kilómetros más allá del río Xalitla, donde las capas de conglomerado tienen rumbo E.–O. con 35° al S. Aquí termina el conglomerado y quedan descubiertas capas verdosas cretáceas con rumbo N.–S. y un echado de 35° al E. Ocho kilómetros adelante de Xalitla, del lado derecho se presenta nuevamente el conglomerado que cubre allí á las andesitas y del lado izquier-

do del río se extiende el Cretáceo. El conglomerado termina adelante de Ixtola.

Tonalapa (á 9 kilómetros de Xalitla).—Cretáceo superior, compuesto de capas de pizarra y caliza amarillentas, con rumbo N. 20° E. y echado al S. E. de 45° á 50°, que pasando por Venta de Paluta y Cuadrilla de Sabana Grande sigue á Tranca del Conejo, en donde las capas del Cretáceo cambian, pasando á ser orientadas de E.-O. con inclinación de 55° al S. Con el mismo rumbo pero con echado al N. de 30° á 40°, prosigue el Cretáceo hasta venirse á ocultar antes de llegar á Zacacoyuca debajo de una roca eruptiva que es un basalto. El basalto sigue hasta Zacacoyuca y se extiende de E. á O. unos 4 kilómetros.

Zacacoyuca á Tepochica.—Cuaternario que cubre probablemente á la roca basáltica de Zacacoyuca y que se extiende hasta Tepecoaouilco y Valle de Iguala.

Iguala á Taxco.—Cuaternario á lo largo del Valle hasta Tepecoacuilco, á 4 kilómetros de Iguala termina el plan y empieza la subida, encontrándose á 870 metros de altura toba cuaternaria que en algunas partes descansa en el conglomerado terciario. En el pueblo de Tlalamulco á 6 kilómetros y medio de Iguala, caliza compacta cretácea. Adelante, calizas que corren de E. á O. con echado al N. de 55 á 40°. Sigue esta formación con discordancia entre las calizas y pizarras que corren de N. á S. echado al E.; 500 metros adelante pizarras con rumbo E. á O. con echado al S. hasta antes de llegar á Puente Campuzano donde se ve la caliza con rumbo N. 70° E. y echado de 20° al N.O. Continúa el Cretáceo hasta Taxco el Viejo, formado de capas con dirección E. é inclinación al N. de 45° á 70°. A 4 kilómetros y medio de Campuzano, capas amarillentas con rumbo N. 40° E. é inclinación de 10° al N.O.

Taxco á Tetipac.—Pizarras calizas y conglomerado rojo de gruesos elementos y arenisca arcillosa (losero de Guanajuato). Este conglomerado que parece venir debajo de conglomerado calizo, tiene un rumbo de N.S. y echado al O. En Casahuates, conglomerado, margas y arenisca margosa, rojas y pardas, horizontales. La roca compacta está dispuesta en capas de corriente hacia el N. y N.O. Las capitas son de 3 á 5 metros de grueso y con la manifestación de la acción fluidal de la roca, terminando hacia el O. esta roca compacta y siguiendo las calizas cretáceas. A los 6 kilómetros continúa la roca ígnea. En Tetipac se observa la roca eruptiva cubierta por conglomerado.

Adelante de Tetipac se ven capas terciarias con rumbo N.O. y echado al S.O de 35°, notándose á 500 metros adelante las margas con rumbo N.E. y echado de 25° al S.E.

Río y Hacienda Luz, conglomerado sobre roca ígnea.

En la cuadrilla de Chimaltitlán, aparece el Cretáceo, que queda oculto debajo del Cuaternario de la llanura de Llano Piedras Negras, sobre el cual se eleva al O. de la hacienda Ojo de Agua á 6 kilómetros un cerro compuesto de basalto.

Río de San Jerónimo, 6 kilómetros de Tranca de Santiago. La ribera iz-

quierda del río, es de caliza cretácea, y la derecha de conglomerado terciario y Cuaternario encima.

Las calizas cretáceas fosilíferas de Zumpahuacán, que se extienden hasta Cacahuamilpa, tienen un rumbo N.O. con echado de 50° al N.E.

En la cuadrilla de Santiaguito al N.O. de Zumpahuacán, 7 kilómetros del Puente del río de San Jerónimo, Cuaternario.

Colonia de Tlapizalco arena, debajo del Cuaternario el basalto. Continúa el Cuaternario hasta 2 kilómetros antes de llegar á Tenancingo, donde se ven tobas volcánicas.

De Tenancingo á Tecualoya.—Cuaternario representado por toba volcánica.

En Tecomatepec pizarras que corren de N. á S. y echado al O. El terreno comprendido entre Tecomatepec y San Alejo, es de pizarras, lo mismo que en el de Tecomatepec é Ixtapan de la Sal.

Hacienda de Tenextlatiloya, caliza cretácea con rumbo N.E. y echado al N.O. de 10° cubriendo las pizarras que aparecen entre Tecomatepec y Tonatico.

Hasta Ixtapan de la Sal se extiende la toba caliza de las fuentes saladas termales de Tonatico, que brotan de las pizarras que constituyen la formación de esta región.

Entre Ixtapan y Tecualoya, conglomerado y destrozos volcánicos.

De Tenancingo á Agua Bendita y Zepayautla.—Tobas y brechas volcánicas.

En San Pedro Ciltepec arcillas margosas y tobas volcánicas del Cuaternario. A la derecha del camino está un cerro de 300 á 400 metros de altura, de forma alargada, formado de andesita de hiperstena y hornblenda, á juzgar por los cantos rodados que los arroyos que bajan del cerro tienen en su lecho. Debajo de las margas y tobas se descubre la andesita de hiperstena y hornblenda, probablemente idéntica á la que forma la masa del volcán de Toluca.

La misma formación continúa por Tenango del Valle, Santiaguito, San Andrés, Mexicalcingo y Metepec hasta la ciudad de Toluca.

De Toluca á los Placeres.—Las tobas del valle de Toluca que forman el suelo del rancho de San Juan de la Huerta, alcanzan una altura de 3,300 metros en el punto llamado Las Cruces en el camino de Toluca á Temascaltepec, en donde asoman las andesitas de hiperstena que forman el macizo del gran volcán llamado Nevado de Toluca ó Xinantecatl, que manda sus contrafuertes más ó menos pendientes y escarpados hasta llegar á las tierras bajas que dan libre paso á las aguas de la hermosa cuenca del Mexcala.

Pasadas Las Cruces, el camino desciende sobre tobas que dejan á descubierto por tramos las andesitas de hiperstena hasta Cieneguilla, donde se encuentra una corriente de basalto ampolloso que no cubre una gran superficie, se llega á las pizarras arcillosas de Las Mesas, punto situado en el borde de la barranca de Temascaltepec.

En Real de Arriba el conglomerado y margas apizarradas terciarias, cubren á la formación de pizarras micáceas del fondo de la barranca de Temas-

caltepec; pizarras, que como veremos adelante, se continúan con las de Tejupilco.

La formación de pizarras satinadas, filades de Carnicería, está cubierta desde Trancas hasta Tenería por basalto sumamente alterado, que en algunos puntos está cubierto á su vez por arcillas provenientes de la alteración y descomposión del basalto.

Adelante de Tenería asoman las filades con rumbo aproximado de E. á O. y echado que varía de 10 á 15° al S., filades que forman todo el terreno á uno y otro lado del camino hasta Pie de la Cuesta adelante de Tejupilco, pasando por Agua Bendita.

En Pie de la Cuesta aparece la andesita de hiperstena que forma el suelo del camino hasta Las Cañitas, pasando por Chorreras, Paso de Vigas, Estanco y Puerto del Salitre. En Las Cañitas las andesitas desaparecen cubiertas por el basalto que se extiende por Loma Larga y El Lunar hasta cerca del Ciruelo. Aquí se descubren las pizarras calizas cretáceas con rumbo N.–S. é inclinación de 20° al O., que adelante cambian por N. 10° O. y echado de 16° al S.O. Estas pizarras son cubiertas por el basalto en el Puerto de las Ilamas, y el basalto desaparece, sucediéndole una brecha andesítica (conglomerado rojo) en El Naranjo, que cubre á una andesita que asoma en el tramo de Las Anonas al rancho de Bejucos.

Desde Bejucos hasta el rancho de Salguero sólo se ve el conglomerado rojo que en algunos lugares deja á descubierto á la andesita; siendo estos tramos sumamente pequeños y adquiriendo el conglomerado un espesor considerable. Es en esta formación que se encuentran los ranchos de Alburejo, Dos Pasadas, Zirapitiro, San José y pueblo de Cutzamala.

De Salguero á Coyuca.—El Cuaternario reciente cubre al conglomerado que asoma en algunos lomeríos bajos. Coyuca está situada casi en el contacto de la formación del conglomerado rojo terciario y la formación del Cretáceo Inferior. La primera, cubierta por el aluvión y arcillas muy recientes, y la segunda, que se halla descubierta en la lomita en la orilla de la población en la salida para los Placeres. Esta formación está compuesta de capas de caliza más ó menos arcillosa que alternan con capas de pizarra fosilífera que llevan como especie característica por su abundancia la Nerinea Titania Felix; las capas corren de N. á S. con echado de 20° al E. Este grupo de pizarras calizas se extiende hasta cerca de la población de Los Placeres, llamada también San José Piedras Blancas, descansando sobre granulitas y pizarras cristalinas. Las granulitas vienen debajo de las pizarras cristalinas y sólo se descubren en las partes bajas del terreno en donde la erosión ha destruído las pizarras que venían encima. Esta misma erosión que ha modelado esta parte del suelo del Estado de Guerrero, y que ha concluído casi con la formación de pizarras de la localidad, que en la actualidad se halla reducida á pequeños girones en las faldas de los cerros, en su mayoría compuestos por rocas andesíticas, ha desgastado é interrumpido por tramos la formación de calizas y pizarras, quedando éstas dispersas en pequeñas superficies pero con

su rumbo y echado constante ligándose unos con otros los distintos tramos de formación cretácea hasta pasar al Estado de Michoacán, cerca de Huetamo, donde estas calizas cretáceas con gran potencia y plegadas en un gran anticlinal con una falla cerca de su cresta forman el cerro de Dolores y el del Capote cerca de Huetamo. En estas calizas he recogido varios ejemplares de Nerinea Titania Felix en muy buen estado de conservación y en las mismas condiciones de yacimiento que los de las inmediaciones de Coyuca.

De la misma manera que caminando hacia Tejupilco se descubre en las faldas de la montaña del Nevado de Toluca la micapizarra, esta roca forma también el suelo del Distrito de Sultepec y sólo en algunos puntos se encuentra la caliza cretácea cubriendo á las pizarras cristalinas y á su vez cubierta por las corrientes de andesita de la base del Nevado. Entre otros lugares citaremos las inmediaciones de Santiago Texcaltitlán y las de Coatepec de las Harinas, en donde se ven las calizas cretáceas imperfectamente metamorfizadas cubiertas por la andesita.

En la población de Santiago Texcaltitlán existen dos pequeños volcanes extinguidos, uno de los cuales conserva su cráter en muy buen estado y queda casi al O. de la población; un poco más al S. se encuentra el otro volcán cuya altura es poco inferior á la del primero y tiene un cráter de mayor diámetro. Se designan en la localidad con el nombre de Molcajetes estos dos cerros. El volcán más inmediato al pueblo tiene su cráter volteado hacia el N.E. Estos volcanes se levantan sobre la vertiente meridional del gran Nevado de Toluca y sus conos descansan sobre calizas cretáceas dislocadas, quebradas y metamorfizadas que cubren las corrientes de lava del Nevado; debiéndose considerar estos volcancitos como satélites del volcán principal.

En la región de pizarras de Tejupilco y en las inmediaciones de la población casi al S. á cosa de 8 kilómetros de distancia se levanta un hermoso cerro volcánico conocido con el nombre de Cerro Grande. El cráter algo profundo está convertido, según dicen los que lo han visitado, en un lago que no se seca en el transcurso del año. Queda este volcán á un lado del camino que de Tejupilco conduce á Ixtapan de la Sal.

Estado de Veracruz.

En el suelo del Estado de Veracruz sólo se conocen hasta la fecha terrenos pertenecientes al Cretáceo, al Terciario y rocas eruptivas todas ellas postcretáceas. En el límite de Veracruz con Puebla y Oaxaca se descubren pizarras micáceas y arcillosas más antiguas que el Cretáceo y de las cuáles se ha hecho mención en los itinerarios de Puebla. Se descubren estas mismas pizarras como continuación de las de la Sierra de Zongolica en el descenso de la Mesa Central en las Cumbres de Maltrata y Aculcingo en donde vienen debajo de las calizas y pizarras cretáceas.

La faja de tierras bajas que limita al Golfo de México está cubierta por

PERFIL DE MEXICO A PASO DEL NORTE.

México. Tula. Marqués. Nopala. Cazadero. San Juan del Rio. Querétaro. Salamanca. Irapuato. León. Rincón. San Pedrito. La Loma. Lagos. Santa María. Encarnación. Aguascalientes. Rincón de Romos. Soledad. San Gerónimo. Guadalupe. Zacatecas. Calera. Fresnillo. Mendoza. Gutiérrez. Petri. Cedro. La Colorada. Pacheco. Guzmán. González. Camacho. San Isidro. Symon. La Mancha. Calvo. Peralta. Jimulco. Jalisco. Picardías. Matamoros. Lerdo. Ave María. Mapimí. Peronal. Conejos. Yermo. Zuaz. Zavalza. Escalón. Rellano. Corralitos. Dolores. Jiménez. La Reforma. Diaz. Bustamante. Santa Rosalía. La Cruz. Conchos. Saucillo. Las Delicias. Ortiz. Bachimba. Horcasitas. Mapula. Chihuahua. Sacramento. Torreón. Sauz. Encinillas. Agua Nueva. Laguna. Puerta. Gallego. Chivatito. Moctezuma. Las Minas. Ojo Caliente. Cármen. San José. Ranchería. Candelaria. Los Médanos. Samalayuca. Tierra Blanca. Mesa. Paso del Norte.

ESCALA.

HOR=1: 4,000,000

VER=1: 50,000.

NIVEL DEL MAR.

PERFIL DEL CAMINO DE SAN BLAS A VERACRUZ.

San Blas. Huaristemba. Tepic. Ocotillo. Ahuacatlán. Venta de Mochitiltic. Tequesquite. Magdalena. Lo de Teran. Tequila. Amatitán. Santa Cruz. Lo de Velasco. Jocotán. Guadalajara. El Castillo. La Capilla. Atequiza. Poncitlán. Ocotlán. El Limón. La Barca. Negrete. Patti. La Piedad. Cortes. Villaseñor. Pénjamo. Cuitzeo. Irapuato. Salamanca. Querétaro. San Juan del Rio. Cazadero. Nopala. San Antonio. Tula. Huehuetoca. México. Tepexpam. Teotihuacán. Otumba. La Palma. Ometusco. Xala. Irolo. Apam. Soltepec. Guadalupe. Apizaco. Acocotla. Huamantla. San Márcos. Rinconada. San Andrés. Boca del Monte. Toma de Agua. Maltrata. Orizaba. El Camarón. La Soledad. La Purga. Tejería. Veracruz.

NIVEL DEL MAR.

PIZARRAS CRISTALINAS.

ROCAS ERUPTIVAS POST CRETACEAS.

CUATERNARIO.

TERCIARIO.

CRETACEO.

PERFIL DEL CAMINO DE TOLUCA A LOS PLACERES.

410m. Placeres. 390m. Pineda. 300m. Murciélago. 320m. Jaripo. 305m. Coyuca. 290m. Pungarabato. 315m. Cutzamala. 445m. Zimpitiro. 1300m. Pie de la Cuesta. 1445m. Tejupilco. 1960m. Real de Arriba. 2120m. Las Mesas. 2500m. Cieneguilla. 2542m. La Comunidad. 2800m. Mesón Viejo. 3260m. Las Cruces. 3100m. La Puerta. 3145m. San Juan. 2626m. Toluca.

NIVEL DEL MAR.

ESCALA.

HOR=1: 1,000,000.

VER=1: 50,000.

ANDESITAS DE HIPERSTENA Y DE HIPERSTENA Y HORNBLENDA.

TOBAS VOLCANICAS.

CONGLOMERADO ROJO TERCIARIO

CALIZAS Y PIZARRAS DEL CRETACEO INFERIOR.

MICAPIZARRAS Y PIZARRAS ARCILLOSAS.

los médanos y en algunos tramos especialmente en donde las barrancas descubren el subsuelo se dejan ver las rocas pliocénicas marinas y aun algunas que parecen por su fauna corresponder al Mioceno. Una zona paralela al Golfo se extiende desde Tamaulipas hasta Yucatán, que está constituída por areniscas y margas arcillosas y calcáreas muy fosilíferas que en la parte superior contienen moluscos, cuyas especies en gran parte están representadas en la actualidad en el Golfo de México y parece deben referirse al Plioceno y Pleistoceno, y debajo las especies vivientes están representadas en número mucho más reducido y se hallan asociadas con equinodermos del Mioceno, como sucede también en la misma formación al S. de Tabasco y porción de Chiapas limítrofe con el Estado de Tabasco. Es en la costa del Golfo de México en donde se conoce nada más la presencia del Terciario marino en México, excepción hecha de la formación terciaria de la Baja California.

El Cretáceo representado por calizas negras y agrisadas, pizarras calizas y areniscas calcáreas está muy extendido en el territorio del Estado de Veracruz á lo largo de la vertiente de la sierra de Zongolica, que se continúa hasta unirse al Cretáceo de la Sierra de Puebla en los Cantones de Jalapa y Jalacingo.

En muchísimos lugares el Cretáceo se ve cortado por diques y macizos dioríticos y cubierto en grandes tramos por derrames andesíticos y por las erupciones más recientes de basalto.

El suelo de la Capital del Estado y una gran extensión de terreno en sus alrededores están cubiertos por corrientes varias de basalto, que provienen de numerosos cráteres de volcancitos satélites del gran volcán extinguido del Cofre de Perote. En todos los lugares en que los arroyos y barrancas cortan el suelo á regular profundidad se descubren debajo de las rocas basálticas las calizas cretáceas, que en la actualidad se encuentran dispersas, formando islotes de dimensión variada enmedio de las rocas eruptivas modernas.

En las barrancas de Tuzamapa, Jilotepec, Jalcomulco, Songuantla y Tlacolula estas calizas están cubiertas por el basalto, y se hallan ligeramente metamorfizadas. En la hermosa y profunda barranca de Tatatila las calizas cretáceas se descubren debajo de las corrientes de andesita del Cofre de Perote, que las ha metamorfizado transformándolas en algunas partes en mármol que impregnado de siliza en venillas, resulta no ser muy á propósito para la estatuaria. En esta barranca se ven numerosos diques de roca verde (diorita) que cortan á la caliza cretácea. En el Cantón de Chicontepec en la hacienda de Tantima existen lomeríos de labradorita muy semejantes á la labradorita de la Mesa Central, que se extiende encima de un grupo de areniscas y margas desprovistas de fósiles que muy bien pudieran ser los representantes de la división Superior del Cretáceo ó tal vez sea la continuación de la formación eocénica de Laredo. Vienen estas areniscas encima de las calizas cretáceas y no se nota discordancia de estratificación, pero la falta de fósiles y la rapidez con que han tenido que hacerse estos itinerarios no permite precisar la edad de esta formación.

En la barranca de La Calera en el Municipio de Huayacocotla, debajo de las calizas cretáceas, perfectamente indentificables por sus fósiles, viene un poderoso grupo de pizarras arcillosas satinadas que en la parte superior traen lechos de caliza negra fosilífera. Entre los fósiles que he visto hay fragmentos de Cefalopodos de los generos Arietites, Perisphinctes y Aspidoceras, asociados con una especie de lamelibranquio, que parece pertenecer al género Monotis, lo cual no deja duda de que estas pizarras pertenecen al sistema Jurásico.

El sistema Cretáceo alcanza mayor desarrollo en los Cantones de Orizaba, Córdoba y Zongolica, en donde se presentan series de capas calizas que tienen centenares de metros de potencia. A diferencia de las calizas del N. del Estado que están todas más ó menos despedazadas y metamorfizadas y desprovistas de fósiles, las calizas cretáceas del O. y S.O. del Estado de Veracruz, aunque sujetas al plegamiento que formó las montañas de la Sierra Madre Oriental, el metamorfismo es menos avanzado y contiene generalmente fósiles numerosos, la mayoría pertenecientes á las familias Rudistæ y Chamidæ.

LISTA DE ALTURAS.

Estado de Jalisco.

	m.	
Milpillas, rancho, Cantón de Guadalajara	1,455	Ordóñez.
Rancho Quemado, rancho, ídem, ídem	1,620	,,
Escalón, rancho, ídem, ídem	1,240	,,
San Cristóbal, pueblo, ídem, ídem	795	,,
Escondida, rancho, ídem, ídem	1,060	,,
Casa Blanca, rancho, ídem, ídem	1,240	,,
Yahualica, pueblo, ídem, ídem	1,880	,,
Cima de la Bufa del Real Alto, Cantón de Mascota	2,510	,,
Real Alto, pueblo, ídem, ídem	2,300	,,
Mina de Quiteria, Cerca de San Sebastián, ídem, ídem.	1,220	,,
Coronas, rancho, Cantón de Ameca	1,365	Aguilera y Ordóñez.
Texcalama, rancho, ídem, ídem	1,400	,,
Quila, rancho, ídem, ídem	1,940	,,
Tecolotlán, pueblo, ídem, ídem	1,280	,,
San Diego, cerca de Tecolotlán	1,400	,,
Pochote, rancho, ídem, ídem	1,200	,,
Corrales, rancho, ídem, ídem	1,230	,,
Juchitlán, pueblo, ídem, ídem	1,250	,,

	m.	
Colotitlán, hacienda, ídem, ídem	1,435	Aguilera y Ordóñez.
San Cayetano, rancho, cerca de Colotitlán	1,385	"
Unión de Tula, pueblo, Cantón de Autlán	1.385	"
Cima de la cuesta de Santa Rosa, cerca de Unión de Tula	1,560	"
Autlán, Cabecera del Cantón	985	"
Puerto del Madroño, sierra de Cacoma	2,225	"
Tuscacuesco, pueblo, Cantón de Zapotlán	800	"
Tolimán, pueblo, ídem, ídem	775	"
Canoas, rancho, ídem, ídem	725	"
Alcececa, pueblo, ídem, ídem	680	"
Volcán de Colima, límite de la vegetación arborescente. Flanco Sur	2,645	"
Volcán de Colima, limite de la vegetación herbácea, flanco del Sur	3,100	"
Volcán de Colima, Fumarolas cerca de la cima	3,750	"
Rancho Blanco cerca de Tonila, Cantón de Zapotlán	1,190	"
San Marcos, pueblo, ídem, ídem	1,120	"
Baranca de Beltrán, camino real á Zapotlán	940	"
Platanar, rancho, ídem, ídem	1,020	"
Agosto, rancho, ídem, ídem	1,250	"
Agua del Obispo, rancho, ídem, ídem	1,340	"
El Muerto, rancho, ídem, ídem	1,310	"
Barranca del Muerto, (camino real, ídem, ídem	1,310	"
Barranca de Atenquique, ídem, ídem	1,120	"
Las Canoas, rancho, ídem, ídem	1,565	"
Zapotlán, Cabecera del Cantón	1,530	"
San Sebastián, camino de Zapotlán á Guadalajara	1,490	"
Sayula, Cabecera del Cantón	1,370	"
Zacoalco, Cantón de Sayula	1,540	"
San Juan de los Lagos, Cantón de Lagos	1,790	Ordóñez.
Santa María (Estación del Ferrocarril Central)	1,850	"
Mexticacán, pueblo, Cantón de Teocaltiche	1,875	"

Territorio de Tepic.

Tepic, ciudad, Loma de la Cruz	945	Ordóñez.
Cacalotán, pueblo, Prefectura de Ahuacatlán,	1,110	"
Uzeta, rancho, ídem, ídem	770	"
Cima del cerro de los Encinos, volcán del Ceboruco	2,170	"
Borde del cráter de la erupción de 1870, volcán del Ceboruco	2,130	"
Hacienda de San Ramón (La Castellana) Prefectura de Ahuacatlán	580	"

	m.	
Hacienda de beneficio de Amajac, ídem, ídem...........	680	Ordóñez.
Paso del Yesquero, río de Bolaños, ídem, ídem..........	610	,,
La Yesca, pueblo, ídem, ídem..............................	1,380	,,
Cima de la sierra de la Yesca, frente á la Yesca, ídem, ídem	2,400	,,
Amatlán de Jora, pueblo, ídem, ídem......................	1,150	,,
Jora Viejo, pueblo, ídem, ídem............................	690	,,
Pinavete, pueblo, ídem, ídem..............................	1,450	,,
Mina de Zapopan, mineral de la Yesca, ídem, ídem.....	2.100	,,
Mina de las Ánimas, mineral de la Yesca, ídem, ídem..	2,345	,,
Mina de Buenavista, mineral de la Yesca, ídem, ídem..	2,100	,,
Rancho del Cora, ídem, ídem...............................	945	,,
Cumbre de la Sierra al E. del pueblo de Apozolco, ídem, ídem	2,130	,,
Huajimic, pueblo, Nayarit..................................	1,170	,,
Cumbre de la sierra de Huajimic, frente á Huajimic...	2,040	,,
Guadalupe Ocotán, Nayarit.................................	1,110	,,
Cumbre de la sierra de Álica, frente á Huajimic........	1,780	,,
Cumbre de la sierra de Álica frente al Río Grande......	2,000	,,
Paso de los Bueyes, Prefectura de San Blas..............	110	,,
Mineral del Zopilote, Prefectura de Santiago............	450	,,
Mina la Frazada, Mineral del Zopilote....................	540	,,

Estado de Tlaxcala.

Plaza de Tlaxco, Distrito de Morelos.......................	2,500	Ordóñez.
Hacienda de Mancera, Distrito de Juárez................	2,625	,,
Rancho de El Jarabe, ídem, ídem...........................	2,600	,,
San Antonio Huexonapa, Distrito de Hidalgo...........	1,740	Aguilera.
Tlaxcala, ciudad..	2,310	,,
Totolac San Juan, pueblo....................................	2,270	,,

Estado de Querétaro.

Mineral Las Aguas, mina Las Azulitas, Distrito de Cadereyta..	2,270	Ordóñez.
Hacienda de Ahorcados, Distrito de San Juan del Río.	1,980	,,
Hacienda de Santa Rosa, ídem, ídem......................	2,120	,,
Cerros de los Álamos, Distrito de Tolimán..............	2,050	Aguilera.
Cima más elevada de la sierra de Santa Rosa, Distrito de San Juan del Río......	2,400	Ordóñez.
Querétaro, ciudad...	1,880	Aguilera.
Cerro de las Campanas, Distrito de Querétaro..... 2,025	2,010	,,

	m.	
Maconí, Distrito de Cadereyta	1,750	Aguilera.
El Socavón, Boca de San Juan Nepomuceno, ídem, ídem.	2,505	,,
Puente del Encino, ídem, ídem	2,305	,,
Junta Loma Calcinación, ídem, ídem	2,265	,,
Segunda Junta, ídem, ídem	2,165	,,
Puerto del Doctor, ídem	2,950	
Puerto de Los Lobos, ídem	2,845	,,
Puerto de Sombrerete, ídem	2,545	,,
Hacienda de Mesa, ídem	2,480	,,
Cadereyta, ídem	2,060	,,
Hacienda del Ciervo, ídem	1,995	,,
Tequixquiapan, Pueblo, Distrito de San Juan del Río	1,900	,,
Puente de San Nicolás, ídem	1,910	,,

ESTADO DE HIDALGO.

Zimapán, Cabecera del Distrito	1,780	Ordóñez.
Patio de la mina "Lomo de Toro," Distrito de Zimapán	1,595	,,
Ferrería de la Encarnación, ídem	2,360	,,
Flojonales, Hacienda de beneficio, ídem	2,220	,,
Cima del cerro de Cangandó cerca de la Encarnación, ídem	2,820	,,
San José del Oro, ídem	2,650	,,
Xacala, Cabecera de Distrito	1,300	,,
Tula, ídem	2,040	Aguilera.
Palo Bendito, Distrito de Zacualtipán	2,330	,,
Apulco, Mesón, ídem, Tulancingo	2,205	,,
Huejutla, Cabecera de Distrito	245	,,

ESTADO DE ZACATECAS.

Mezquital del Oro, Pueblo, Distrito de Juchipila	1,170	Ordóñez.
Mesa de la Estanzuela, ídem	1,700	,,
Rancho de la Ceja, ídem	1.770	,,
Punto más alto de la sierra de Zuloaga, Partido de Mazapil	3,100	,,
Mazapil, Cabecera del Partido	2,340	,,
Hacienda de Cedros, Partido de Mazapil	2,335	,,
Rancho de Tecolotes, ídem	1,890	,,
Rancho del Taray, ídem	2,125	,,
Cima del Pico de Teyra, ídem	2,825	,,
Hacienda de Gruñidora, ídem	1,915	,,
Rancho de San Juan de Ulúa, ídem	2,025	,,
Sierra Hermosa, Pueblo	2,025	,,
Villa de Cos, Fresnillo	2,050	,,

	m.	
Hacienda de Bañón, ídem	2,190	Ordóñez.
Cima del cerro de la Tinaja cerca de la Hacienda de Bañón, ídem	2,380	,,
Villanueva, Cabecera del Partido de Villanueva	1,955	,,
Las Huertas, Distrito de ídem	2,220	,,
Hacienda de Tayagua, ídem	1,780	,,
Refugio, Tabasco, Pueblo, Partido de ídem	1,600	,,
Rancho de Jesús María, ídem	1,850	,,
Venteadero, Sierra de Morones, ídem	2,185	,,
Cumbre del camino entre Jalpa y Nochistlán	2,375	,,
Nochistlán, Cabecera del Partido	1,930	,,

Estado de Guerrero.

Valderrama, rancho, Mina, Guerrero	405	Aguilera.
Dos Posadas, rancho ídem, ídem	385	,,
Cuatleapa, Pueblo, Distrito de Zaragoza	1,150	,,
Huamuxtitlán, Cabecera de Distrito de ídem	1,125	,,
Olinalá, Pueblo, ídem	1,415	,,
Teohuoxtitlán, ídem, ídem	1,595	,,
Xitopontla, Distrito de Alvarez	1,620	,,
Arroyo Atlixtaca, ídem	1,200	,,
Ahuacotzingo, ídem	1,515	,,
Teponaxco, barranca, ídem	1,070	,,
Xocoyoltzontla, ídem	1,340	,,
Tecomatlán ó Trapiche arroyo, Ranchería, Hidalgo	1,055	,,
Cumbre Trapiche viejo, ídem	1,460	,,
Cumbre Xaxoxutla. Vinatería, ídem	1,800	,,
Tlacolaquia donde entra el río de Pantitlán, ídem	1,800	,,
Chilapa, Cabecera, Distrito de Alvarez	1,450	,,
Tixtla, Guerrero	1,445	,,
Chilpancingo, Distrito de Bravos	1,325	,,
Zumpango, Pueblo, Bravos	1,140	,,
Mesquititlán, ídem	945	,,
Zopilote, ídem	870	,,
Milpillas, ídem	835	,,
Venta Vieja, ídem	800	,,
Mexcala, ídem	530	,,
Xalitla, ídem	630	,,
Paso del río Mexcala, ídem	530	,,
Xalitla río, ídem	510	,,
Ixtola, ídem	780	,,
Tonalapa, Distrito de Aldama	785	,,
Palula venta, ídem de Hidalgo	810	,,

	m.	
Sabana grande, Cuadrilla, ídem	860	Aguilera.
Tranea de Conejo, ídem, ídem	980	,,
Cumbre Zacacoyuca, ídem	1,040	,,
Zacacoyuea, ídem	969	,,
Tepochiea, ídem	995	,,
Tepecuacuilco, Iguala, ídem	1,005	,,
Iguala, ídem	866	,,
Tlalamuleo, Pueblo, ídem	960	,,
Puente de Campuzano, Cuadrilla, Alarcón	1,260	,,
Teealpulco, ídem, ídem	1,425	,,
El Ejido, ídem, ídem	1,380	,,
Cumbre entre el Ejido y Taseo, ídem	1,750	,,
Taseo, ídem	1,780	,,
Casahuates, ídem	1,985	,,
Cumbre Cruees entre Taseo y Tetipac, ídem	2,250	,,
Tetipac, Pueblo, ídem	1,700	,,
Hacienda Luz, ídem	1,380	,,
Chimaltitlán, Cuadrilla, ídem	1,540	,,
Río Salado, ídem, ídem	1,285	,,
Cuala, ídem, Zaragoza	1,450	,,
Tlalapa, ídem, ídem	1,850	,,
Xalmolapa, ídem, ídem	1,540	,,
Cutzamala, Pueblo, Miná	235	,,
Jaripo, ídem, ídem	260	,,
Coyuea, Cabeeera de Distrito de ídem	240	,,
Mureiélago, Cuadrilla, ídem	315	,,
Pineda, cuadrilla, Distrito de Mina	330	,,
Los Placeres, pueblo, ídem, ídem	405	,,
Ahuehuetitla, trapiche, ídem, ídem	1,355	,,
Tlaeotepee, pueblo, Distrito de Bravos	1,650	Ordóñez.
Aeatlán del Río, pueblo, ídem, ídem	510	,,
Cocula, pueblo, Distrito de Hidalgo	710	,,

ESTADO DE VERACRUZ.

Rancho del Bordo, Cantón de Jalaeingo	2,445	Aguilera.
Las Vigas, pueblo, Cantón de Jalapa	2,450	,,
San Miguel El Soldado, pueblo, ídem, ídem	1,775	,,
La Banderilla, pueblo, ídem, ídem	1,415	,,
Jalapa, ciudad, ídem, ídem	1,365	,,
Tlaeolula, pueblo, ídem, ídem	1,610	,,
Humeapan, rancho, ídem, ídem	2,300	,,
Omapan, rancho, ídem, ídem	2,180	,,
Oxotla, rancho, ídem, ídem	2,110	,,

	m.	
Ranchería Barranca Honda, Cantón de Jalacingo.......	1,750	Aguilera.
Perote, ídem, ídem..	2,390	,,
El Mirador, rancho, Cantón de Papantla..................	350	,,
Cuauxocola, rancho, ídem, ídem.............................	380	,,
Las Canoas, rancho, ídem, ídem..............................	410	,,
Tezezapa, pueblo, ídem, ídem.................................	410	,,
Pochuco, rancho, ídem, ídem...................................	185	,,
Chiconamel, pueblo, Cantón de Tantoyuca................	220	,,
El Cordón, rancho, ídem, ídem................................	185	,,
Palmatita, rancho, Cantón de Papantla.....................	450	,,
Ayahualco, rancho, ídem, ídem................................	550	,,
La Garita, rancho, ídem, ídem.................................	630	,,
Solotepec, venta, ídem, ídem...................................	1,000	,,
Tatahuicapa, rancho, ídem, ídem..............................	1,250	,,
La Tejería, Estación del F. C. M.............................	40	,,
La Purga, ídem, ídem...	45	,,
La Soledad, ídem, ídem..	105	,,
El Camarón, ídem, ídem...	330	,,
Paso del Macho, ídem, ídem.....................................	490	,,
Atoyac, ídem, ídem..	475	,,
Córdoba, ídem, ídem..	875	,,
El Fortín, ídem, ídem...	1,030	,,
Orizaba, ídem, ídem...	1,235	,,
Maltrata, ídem, ídem...	1,700	,,
Alta Luz, ídem, ídem..	2,175	,,
Boca del Monte, ídem, ídem.....................................	2,430	,,
Huayacocotla, pueblo, Cantón de Chicontepec...........	2,160	,,
Zilacatipan, pueblo, ídem, ídem................................	1,775	,,
Zontecomatlán, pueblo, ídem, ídem...........................	530	,,
Ixhuatlán, pueblo, ídem, ídem..................................	240	,,
Ranchería del Álamo, ídem, ídem..............................	95	,,
Rancho La Puente, Cantón de Tantoyuca....................	155	,,

Estado de México.

Cerro Alto de Apasco, Distrito de Zumpango............	2,600	Ordóñez.
Apasco, pueblo, ídem, ídem.......................................	2,320	,,
Ojo de Agua, hacienda, Distrito de Tenancingo..........	1,560	Aguilera.
Puerta de Santiago, rancho, ídem, ídem......................	1,590	,,
Santiaguito, cuadrilla, ídem, ídem..............................	1,720	,,
Tlapizalco, colonia, ídem, ídem.................................	1,900	,,
Puerta de Tepezingo, cuadrilla, ídem, ídem................	1,990	,,
Tenancingo, Cabecera de Distrito, ídem, ídem............	2,070	,,
Tecualoya, cuadrilla, ídem, ídem................................	2,150	,,

		m.	
Tecomatepec, pueblo, ídem, ídem		1,850	Aguilera.
Tenextlatiloya, hacienda, ídem, ídem		1,805	„
Tonatico, pueblo, ídem, ídem		1,700	„
San Juan de la Huerta, pueblo, Distrito de Toluca	2,810	3,145	„
Rancho de la puerta, ídem, ídem		3,100	„
Las Cruces, pueblo, Distrito de Temascaltepec	3,260	3,202	„
Mesón Viejo, ídem, ídem		2,800	„
San Francisco, pueblo, ídem, ídem		2,660	„
La Comunidad, pueblo, ídem, ídem	2,542	2,488	„
Cieneguilla, ídem, ídem	2,380	2,256	„
Las Mesas, pueblo, ídem, ídem	2,120	2,050	„
Real de Arriba (Temascaltepec), ídem, ídem	1,980	1,930	„
Temascaltepec, ídem, ídem	1,875–1,870	1,770	„
Trancas, pueblo, ídem, ídem		1,940	„
Tenería, cuadrilla, ídem, ídem		1,785	„
Huehueto, pueblo, ídem, ídem		2,275	„
Rancho Agua Bendita, ídem, ídem		1,765	„
Tejupilco, pueblo, ídem, ídem		1,385	„
Pie de la Cuesta, ídem, ídem		1,205	„
Las Chorreras, rancho, ídem, ídem	1,280	1,205	„
Estanco, rancho, ídem, ídem	1,260	1,185	„
Puerto del Salitre (cumbre), ídem, ídem	1,405	1,225	„
Las Cañitas, rancho, ídem, ídem	1,380	1,080	„
Loma Larga, rancho, ídem, ídem		1,035	„
El Limón, rancho, ídem, ídem		990	„
El Coruco, rancho, ídem, ídem		950	„
El Ciruelo, rancho, ídem, ídem	980	794	„
Puerto de las Llamas, rancho, ídem, ídem		990	„
El Naranjo, rancho, ídem, ídem		920	„
Las Anonas, rancho, ídem, ídem		860	„
Paso del Guayabal, rancho, ídem, ídem		780	„
Calera, rancho, ídem, ídem		780	„
Río Bejucos (paso), ídem, ídem		655	„
Rancho de Bejucos, ídem, ídem	620	660	„
Las Truchas, paraje		595	„
Contadero, paraje		2,780	„
Cuautitlán, Cabecera de Distrito		2,315	„
Santa Fe, pueblo		2,445	„
Ventarrón, rancho		570	„
Pochote, rancho		425	„
Ojo de Agua, rancho		435	„
San Francisco, camino á Temascaltepec de Toluca		2,546	„
Toluca, Ciudad		2,680	„
Cerro Grande, Toluca		3,140	„

	m.	
Cerro del Calvario, Toluca	2,910	Aguilera.
Ixtapan de la Sal, pueblo, Tenancingo	1,900	,,
Molino de Calderón, ídem	1,750	,,
Rancho, Agua Bendita, ídem	2,370	,,
Zepayahutla, ídem	2,450	,,
Chiltepec, San Pedro, ídem	2,580	,,
Santiaguito, ídem	2,570	,,
San Andrés del Ocote, ídem	2,590	,,
Mexicalcingo, ídem	2,615	,,
Texcaltitlán, ídem, Sultepec... 2390	2,380	,,
Boca Alta de Veracruz, ídem	1,980	,,
Sultepec, ídem	2,270	,,
Hacienda Lubianos de Temascaltepec	1,160	,,
Cumbre cuesta de Nanchititla, ídem	2,000	,,
San Nicolás de Nanchititla, ídem	1,480	,,
La Estancia, cerca de Nanchititla, ídem	1,176	,,
La Capilla de Nanchititla, ídem	1,870	,,
Mina de Agua ó Cruz Verde, ídem	2,005	,,
Estancia cerca de Tenería, ídem	1,890	,,
Carnicería, ídem	1,930	,,
Albarranes, comunidad, ídem	2,420	,,
San Andrés, pueblo, Distrito de Xochimilco, D. F.	2,395	Ordóñez.
San Mateo. pueblo, ídem, ídem	2,410	,,
Santiago, pueblo, ídem, ídem	2,305	,,
Cima del cerro de Xochitepec, ídem, ídem	2,540	,,
El Salto, Ameca, Estado de Mexico	2,735	,,
Ventisquero, límite inferior en la falda O. del Ixtatzihuatl	4,520	,,
Cueva de Caluxca, Montaña del Ixtatzihuatl	4,335	,,
Tlalmanalco	2,350	,,

Coahuila.

Hornos, Distrito de Viesca	1,078	Aguilera.
Mayrán, ídem, Distrito de Parras	1,078	,,
La Bola, ídem, ídem	1,078	,,
San Rafael, ídem, ídem	1,092	,,
Paila, ídem, ídem	1,180	,,
El Carmen, ídem, ídem	1,175	,,
Pastora, ídem, Distrito de Saltillo	1,165	,,
El Jaral, ídem, ídem	1,145	,,
Venadito, ídem, ídem	915	,,
Reata, ídem	925	,,
Espinazo, ídem	845	,,

		m.	
Baján, Distrito de Monclova		860	Aguilera.
Castaño, ídem		775	„
Monclova, ídem		625	„
Sabinas, ídem	385	360	„
Parras de la Fuente, Cabecera de Distrito		1,540	Ordóñez.
Estación de San Felipe, Distrito de Monclova		355	Aguilera.
Piedras Negras, Distrito de Río Grande		235	„
Rancho La Rosita, Distrito de Saltillo		510	„
El Chiflón, rancho, ídem		1,540	„
La Barranca, ídem, ídem		1,640	„
Los Corrales, ídem, ídem		1,700	„
El Saltillo, Ciudad, ídem		1,585	„
Ramos Arizpe, idem		1,405	„
Santa María (estación), ídem		1,335	„
Ojo Caliente, ídem, ídem		1,245	„
Los Muertos, ídem, ídem		1,145	„
Ciudad Romero Rubio, Candela, ídem de Monclova		520	„

Estado de Nuevo León.

Salomé Botello, estación, Distrito del Norte	455	Aguilera.
Santa Catarina, ídem, ídem del Poniente	680	„
Torreón, ídem, ídem del Norte	1,115	„
La Leona, ídem, ídem del Poniente	655	„
San Jerónimo, ídem ídem	625	„
Gonzalitos, ídem, ídem	600	„
Monterrey, ídem, ídem	570	„
Topo Chico, ídem, ídem	555	„
Ramón Treviño, ídem, ídem	543	„
Topo, ídem, ídem	522	„
Salinas, ídem, ídem	470	„
Rinconada, ídem, ídem	1,005	„
Morales, ídem, ídem del Norte	488	„
La Cantera, ídem, ídem	650	„
Puerto, ídem, ídem	650	„
Palo Blanco, ídem, ídem	585	„
Álamo, ídem, ídem	510	„
Villaldama, ídem, ídem	450	„
Bustamante, ídem, ídem	480	„
Lampazos, ídem, ídem	360	„
Golondrinas, ídem, ídem	435	„
Lampazos, ídem, ídem	355	„
Tulillo, rancho, ídem, ídem	321	„
Villa García, estación, ídem, ídem	765	„

		m.	
Doctor Arroyo ó Valle de la Purísima, villa, ídem, ídem		1,770	Aguilera.
Monterrey, ciudad, ídem, idem		705	„
San Francisco de Apodaca, pueblo, Distrito Norte		670	„
Agua Fría, rancho, ídem, ídem		625	„
Doctor González, pueblo, ídem, ídem		625	„
Rancho Realito, ídem, ídem		510	„
Cerralvo, pueblo, ídem, ídem		485	„
La Mesa, rancho, ídem, ídem		400	„

Estado de Tamaulipas.

Rancho Las Minas, Distrito del Centro		1,050	Aguilera.
Progreso, rancho, ídem, ídem		770	„
Ciudad Victoria, ídem, ídem	350	300	„
San Isidro, hacienda, ídem, ídem		295	„
Hidalgo, pueblo, ídem, ídem		440	„
Villagrán, pueblo, ídem, ídem		505	„
Hacienda La Parida, ídem, ídem	510	422	„
Nuevo Laredo, ciudad, Distrito del Norte		130	„
Camargo, villa, ídem, idem		200	„
Javalí, rancho, ídem, ídem		240	„
Santa Elena, rancho, ídem, ídem		155	„
La Sierrita, rancho, ídem, ídem		280	„
Méndez, pueblo, ídem, ídem		190	„
Burgos, pueblo, ídem, ídem		320	„
Santa Olalla, rancho, ídem, ídem		630	„
Cruillas, pueblo, ídem, ídem		350	„
Real de San Nicolás, pueblo, ídem, ídem		820	„
Chicharrona, rancho, ídem, ídem		248	„
Mier, villa, ídem, ídem		240	„
San Carlos, pueblo, idem ídem	500	590	„
Puerto del Aire entre San Carlos y Real de San José, ídem, ídem		880	„
Puerto del Pañito, paraje, ídem, ídem		1,020	„
Peña de la Piedra Imán en San José, ídem, ídem		985	„
Álamo, rancho, ídem, ídem		375	„
La Alberca, rancho, ídem, ídem		325	„
Río Hondo, rancho, ídem, ídem		400	„
Santa Bárbara, rancho, Distrito del Sur		285	„
Rancho Gallitos, ídem, ídem		890	„
Acahuales, rancho, ídem, ídem		1,325	„
Tula, ciudad, ídem, ídem		1,978	„
Colorado, rancho, ídem, ídem		1,052	„
Coronel, rancho, ídem, ídem		1,050	„
Miquihuana, pueblo, Distrito Sur		1,820	„

Estado de Sonora.

	m.	
Hermosillo, ciudad, Distrito de Hermosillo	215	Aguilera.
Ranchito, ídem, ídem	217	„
San Juanico, rancho, ídem, ídem	205	„
Zanjón, rancho, ídem, ídem	196	„
Rancho, El Chino, ídem, ídem	227	„
Molino Carreón, ídem, ídem	213	„
Rancho San Mateo, ídem, ídem	270	„
Rancho San José, ídem, ídem	190	„
Rancho San Luis, ídem, ídem	225	„
Gavilán, hacienda, Distrito de Ures	300	„
Rancho Santa Rosa, ídem, ídem	290	„
San Rafael, rancho, ídem, ídem	300	„
Ures, ciudad	277	„
Mazocahuí, rancho, Distrito de Arizpe	575	„
Hornitos, ídem, ídem	815	„
Pastoría, ídem ídem	880	„
Bacachi, pueblo, Distrito de Moctezuma	440	„
Moctezuma (Oposura), ídem, ídem	640	„
Oputo, pueblo, ídem, ídem	585	„
Huachinera, pueblo, ídem, ídem	1,075	„
Bacerac, pueblo, ídem, ídem	995	„
Babispe, pueblo, ídem, ídem	955	„
Batepito, rancho, Distrito de Arizpe	825	„
San Bernardino, rancho, ídem, ídem	1,130	„
Cahuillona, hacienda, ídem, ídem	1,070	„
San Antonio, rancho, ídem, ídem	1,080	„
Fronteras, pueblo, ídem, ídem	1,110	„
Bacadehuachic, pueblo, Distrito de Moctezuma	1,105	„
Cuchuta, rancho, Distrito de Arizpe	1,140	„
Turicachi, rancho, ídem, ídem	1,240	„
Rancho La Pera, Distrito de Moctezuma	1,220	„
Nacozari, pueblo, ídem, ídem	980	„
Rancho Ojo de Agua, ídem, ídem	780	„
Cumpas, pueblo, ídem, ídem	760	„
Galera, rancho, ídem, ídem	700	„
Tecori, rancho, ídem, ínem	676	„
Estancia, ídem, ídem	710	„

Estado de Durango.

Mapimí, estación, Partido de Mapimí		1,150	Aguilera.
Mapimí, ciudad, ídem, ídem	1,340	1,320	„

Conejos, estación ídem, ídem		m. 1,160	Aguilera.
Mina de Azufre, de Banderas, ídem, ídem		1,177	,,
Aguaje de San Ignacio, ídem, ídem		1,265	,,
Mobano, rancho, ídem, ídem	1,195	1,210	,,
Noria de Gachupines rancho, ídem, ídem		1,222	,,
Rancho Numancia, ídem, ídem		1,115	,,

Estado de Colima.

Comala, pueblo, Partido de Villa Alvarez		680	Aguilera y Ordóñez
Colima, ciudad		525	,,
Rosario, estación del Ferrocarril del Manzanillo		180	,,
Hacienda de Quesería, Partido del Centro		1,260	,,
Volcán de Colima, límite de vegetación arborescente, lado Sur		2,645	,,
Volcán de Colima, límite de vegetación herbácea		3,100	,,
Volcán de Colima, fumarolas de la cima		3,750	,,
Barranca del Puente, camino de Colima á Zapotlán		1,220	,,

Estado de Guanajuato.

Irapuato, Cabecera del Partido		1,795	Aguilera.
Silao, ciudad, ídem, ídem	1,780	1,740	,,
Falda del cerro del Cubilete, Partido de Silao		2,090	,,
Cima del cerro del Cubilete ídem, ídem		2,775	,,
Guanajuato, ciudad		2,050	,,
Bufas de Guanajuato, Partido de Guanajuato		2,500	,,
Cerro Chichindaro, ídem, ídem		2,500	,,
León, ciudad, Partido de León		1,885	,,
Cerro de la Bolita, ídem, ídem		2,260	,,
Dolores Hidalgo, Partido de Hidalgo		1,980	,,
San Miguel de Allende, Partido de Allende		1,950	,,
Baños "Aguas Buenas," Partido de Silao		1,915	Ordóñez.
Guanajuato, Plaza, Partido de Guanajuato		2,035	,,
Cerro de las Crucitas ídem, ídem		2,305	,,
Presa de la Olla de Guanajuato, ídem, ídem		2,100	,,
Puerto de las Cocinas, ídem, ídem		2,400	,,
El Cubo, pueblo, ídem, ídem		2,315	,,
La Luz, Partido de la Luz		2,350	,,
Tiro Rayas, Partido de Guanajuato		2,150	,,
Santa Rosa, ídem, ídem		2,480	,,
Peñas Comadres ídem, ídem		2,265	,,
Tiro del Nayal, ídem, ídem		2,120	,,
Cerro del Nayal, ídem, ídem		2,435	,,
Manantial Comanjillas, Partido de Silao	1,950	1,930	Aguilera y Ordóñez.

		m.	
Chichimequillas, ídem, ídem		1,860	Ordóñez.
San Luis de la Paz, Partido de San Luis de la Paz		2,020	,,
Mineral de Pozos, ídem, ídem		2,200	,,
Mina de Santa Brígida, ídem, ídem		2,150	,,
Mina de las Angustias ,ídem, ídem		2,290	,,
Mina de San Juan, ídem, ídem		2,250	,,
San Miguel Allende		1,850	,,

Estado de San Luis Potosí.

La Hincada, rancho, Partida de Gualdacázar		1,180	Aguilera.
Quelital, rancho, ídem, ídem		1,285	,,
Cerritos, Partido de Cerritos		1,188	,,

Estado de Michoacán.

Maravatío, Cabecera de Distrito		2,085	Aguilera y Ordóñez.
Morelia, ciudad	1,930	1,950	,,
Huetamo, Cabecera de Distrito		318	Aguilera.
Cuitzio, Distrito de Huetamo		320	,,
Chihuero, rancho, ídem, ídem		381	,,
Las Fábricas, rancho, ídem, ídem		460	,,
Los Limones, ídem, ídem		480	,,
Agua Fría, rancho, ídem, ídem		520	,,
Puruato, rancho, ídem, ídem		610	,,
Zancanquirele rancho, ídem, ídem		680	,,
El Naranjo, rancho, ídem, ídem		640	,,
El Atascadero, rancho, ídem, ídem		440	,,
Tequicheo, pueblo, ídem, ídem		440	,,
Parota ó Pilón, rancho, ídem, ídem		760	,,
Saibas de Trujillo, rancho, ídem, ídem		630	,,
Villaneda, rancho, ídem, ídem		530	,,
Pungarabato, pueblo, Distrito de Huetamo		230	,,
Hacienda de Ibarra, Distrito de Pátzcuaro		2,025	,,

Distrito Federal.

Cerro de Gachupines, Villa de Guadalupe		2,560	Aguilera.
Cerro Guerrero, ídem		2,480	,,
Volcán de Santa Catarina. Prefectura de Xachimilco		2.710	Ordóñez.
Borde del cráter de Xitli, Prefectura de Tlálpam		3,110	,,
Fondo del Xitli, ídem		3,010	,,
Pueblo de Ajusco, ídem		3,020	,,
Pico más alto del Ajusco, ídem		3,910	,,
Cima volcán Ollamello, ídem		3,380	,,
Pico volcán Xicalco, ídem		3,140	,,

		m.	
Convento El Desierto, ídem		2,920	Ordóñez.
Volcán de San Nicolás (labio) Prefectura de Xochimilco		2,395	,,
Cráter del volcán Xaltepec, ídem		2,475	,,

ESTADO DE PUEBLA.

Nivel del agua en la marea de Alchichica, Distrito de Libres		2,360	,,
Nivel del agua en la marea de Quechulac, Distrito de Chalchicomula		2,365	,,
Nivel del agua en la marea de Atescaqui, ídem, ídem		2,365	,,
Hacienda de La Ventana, ídem, ídem	2,350	2,395	,,
Respiraderos de aire caliente cerca de la hacienda de La Ventana, ídem		2,575	,,
Hacienda de Varela, ídem		2,310	,,
Hacienda de La Cofradía, Distrito de Libres	2,100	2,025	,,
Tetela de Ocampo, Distrito de Tetela	1,700	1,725	,,
Cerro de los Frailes en Tetela		2,250	,,
Peña del Gavilán, ídem		2,075	,,
Patio de la mina Espejeras, ídem		1,880	,,
Bocamina del Tepozán, ídem		1,990	,,
Capulhuac, Distrito de Libres		2,010	,,
Zautla, ídem		1,935	,,
Hacienda de Amajac, ídem		2,100	,,
Santa María Caltepec, Tehuacán, ídem		1,850	,,
Pueblo de Reyes, ídem, ídem		1,710	,,
Tehuacán, Ciudad	1,640, 1,650	1,648	,,
Chignahuapan, Distrito de Alatriste		2,312	,,
Cumbre de la cuesta entre Tlaxco y Chignahuapan		2,900	,,
Cerro de Teotlalcingo camino de Chignahuapan á Tetela		2,390	,,
Cumbre de las Tres Cruces, Alatriste		2,740	,,
Aquixtla, Distrito de ídem		2,240	,,
La laja, Paraje, Distrito de Tetela		2,115	,,
Plaza del pueblo de Ometepec, ídem		1,900	,,
Picacho del Cerro de Ometepec, ídem		2,550	,,
Cumbre de Zontecomapa, ídem		2,240	,,
La Troje, ídem		2,340	,,
Coapexco, ídem		2,325	,,
Cumbre de Mescaltita, ídem		2,825	,,
Cima del cerro Zotolo, Tetela, ídem		3,080	,,
Taxala, ídem		2,675	,,
Cima del cerro Telapa, camino de Tetela á Apizaco		2,640	,,
Cima del cerro de Misquisochio		3,010	,,

	m.	
Barranca de Santa María Coyuca, mina de Kaolin, Alatriste	2,350	Ordóñez.
Iliyuca	2,740	,,
Zapotitlán de las Salinas, Pueblo, Distrito de Tehuacán	1,510	Aguilera.
Acatepec, ídem, ídem	1,780	,,
Chichihualtepec, San José, ídem, ídem	1,680	,,
Otlaltepec, Sto. Tomás, Pueblo, Tepexi	1,440	,,
Azumba, San Pedro, Pueblo, Distrito de Tehuacán	1,830	,,
Caltipan, San José, Hacienda, ídem	1,565	,,
Huaquichula, Pueblo, Distrito de Atlixco	1,680	,,
Matlala, Hacienda, ídem	1,450	,,
San Pablo, Rancho, ídem	1,680	,,
Chietla, Pueblo, Distrito de Chiautla	1,220	,,
Santa Ana, Hacienda, ídem	1,130	,,
Tehuispatlastle, paraje entre Ilamatlán é Ilamacingo, ídem	1,260	,,
Ilamacingo, Rancho, Distrito de Chiautla	1,020	,,
San Fernando, Hacienda, Distrito de Acatlán	1,100	,,
Vista hermosa, Rancho, ídem	1,120	,,
San Pablo, Pueblo, ídem	1,130	,,
Manzanilla, Hacienda, Distrito de Puebla	1,410	,,
Zoquiapan, Pueblo, Distrito de Tetela	1,040	,,
Xonotla, Pueblo, ídem	970	,,
Reyes, Pueblo, Distrito de Tehuacán	310	,,
El Jardín, Ranchería, Distrito de Tetela	110	,,
El Chacal, Ranchería, ídem	80	,,
Tenanpulco, Pueblo, ídem	200	,,
Chontla, Pueblo, ídem	220	,,
La Ventilla, Venta, ídem	1,550	,,
San Diego, Rancho, Distrito de Teziutlán	1,650	,,
Amateno, Rancho, ídem	1,780	,,
Teziutlan, Cabecera de Distrito	1,890	,,
Teponancingo, Rancho, Distrito de Huejocingo	2,500	,,
Mesa de Vargara, Ixtaccihuatl, ídem	2,780	,,
Cerro del Xoxotl, Ixtaccihuatl, ídem	2,850	,,
Cumbre de Chichicasu, Ixtaccihuatl, ídem	2,985	,,
Chayuzicatzi, Ixtaccihuatl, ídem	3,015	,,
Coloxtitla, Ixtaccihuatl, ídem	3,100	,,
Tecuancolatl, Vaquería, Ixtaccihuatl, ídem	3,120	,,
Sacaixtlahuaca, Ixtaccihuatl, ídem	3,340	,,
Chocontoxtla, Ixtaccihuatl (loma), ídem	3,410	,,
Agua de Tula, Ixtaccihuatl, ídem	3,465	,,
Cochantontzi (lindero), Ixtaccihuatl, ídem	3,520	,,
Xaxalpanconetl, Ixtaccihuatl, ídem	3,580	,,

		m.	
Texcal, D. Marcos, Ixtaccihuatl, ídem		3,630	Aguilera.
Límite, vegetación arborescente, Ixtaccihuatl, ídem		3,715	„
Límite, vegetación herbácea, Ixtaccihuatl, ídem		3,755	„
El Chorro, Ixtaccihuatl, ídem		3,810	„
Pilares, Ixtaccihuatl, ídem		3,895	„
Rancho El Chiltepín, Distrito de Acatlán		1,410	„
Tepexi de la Seda, Cabecera de Distrito	1730	1,760	„
Huehuetlán, Santo Domingo, Distrito de Tepexi		1,715	„
Hacienda del Carmen, Distrito de Tehuacán		1,745	„
Cima del cerro de Corral de Piedra al S. de Zapotitlán, ídem		2,080	„
Cuesta del Zopilote entre Tehuacán y Zapotitlán		1,810	„
Tontonquelite, Rancho, Distrito de Chiautla		960	„
San Juan del Río, Pueblo, ídem		875	„
Ocotlán, Pueblo, ídem		1,150	„
Chila de la Sal, Pueblo, ídem		1,020	„
Jicotlán, Pueblo, ídem		1,300	„
Xihuitlipa, Pueblo, ídem		1,530	„
Acaxtlahuacán, Distrito de Chiautla		1,280	„
Amozoc, Pueblo, Distrito de Tecalli		2,295	„
El Pochote, rancho, Chiautla		1,210	„
Tontonquelite, rancho, Chiautla,		960	„
Hacienda de Buenavista, Distrito de Chiautla		1,140	„
Matamoros Izúcar, ciudad, cabecera	1.280	1,255	„
San Juan Epatlán, pueblo, Distrito de Matamoros		1,270	„
Colucan, pueblo, ídem, ídem		1,240	„
Teopantlán, pueblo, ídem, ídem		1,285	„
Tejalucan, pueblo, ídem,		1,410	„
Ahuatlán, pueblo, ídem, ídem		1,360	„
Tepexco, pueblo, Distrito de Atlixco		1,198	„
Amatlán, pueblo, Distrito de Acatlán		1,310	„
Las Minas, pueblo, Distrito de Matamoros		1,190	„
Las Casitas, rancho, ídem, ídem		1,220	„
Los Amates, rancho, ídem, ídem		1,180	„
Mixquitepec, rancho, ídem, ídem		1,130	„
Las Piletas, rancho, ídem, ídem		1,090	„
Salinas, Palo Amarillo, rancho, ídem, ídem		1,120	„
Rancho el Carmen, Los Huajes, ídem, ídem		1,005	„
Ahuacate, rancho, Matamoros		1,220	„
Tepenene Hacienda, Distrito de Tecali	2,095	2,120	„
Acatlán, ciudad, cabecera de Distrito		1,180	„
Petlalcingo, pueblo, Distrito de Acatlán		1,385	„
Rancho el Idolo, ídem, ídem		1,505	„
Las Cidras, rancho, ídem, ídem		1,515	„

		m.	
El Molino, ídem, ídem		1,760	Aguilera.
Chila el grande, pueblo, ídem, ídem		1,615	„
Cuesta Zapotitlán de las Palmas, ídem, ídem		1,850	„
San Francisco Ixtacamastitlán, Distrito Alatriste		2,120	„
Tepeaca, ciudad, cabecera de Distrito		2,240	„
Molcajac, pueblo, Distrito de Tepexi		1,910	„
Rancho Moralillo, ídem, ídem		1,835	„
Rancho Santa Ana, ídem ídem		1,780	„
Venta Sto. Domingo, ídem, ídem		1,800	„
Puebla, ciudad, capital de Estado	2,150–2,160	2,165	„
Tehuacán, ciudad	1,640	1,648	„
Caquixtle	1,380–1,425–1,645	1,440	„
Acatepec, pueblo		2,000	„
Los Naranjos, rancho		1,940	„
Caltepec, pueblo, Distrito de Tehuacán		1,850	„
Reyes, pueblo, ídem, ídem		1,810	„
Zapotitlán, pueblo, ídem, ídem		1,530	„
Coatepec, Santiago, pueblo, ídem, ídem		1,845	„
Atolotitlán, San Luis, rancho, ídem, ídem		1,875	„
Xochitepec San Francisco, pueblo, ídem, ídem		1,885	„
Tultitlanapa San Luis, rancho, ídem, ídem.		1,905	„
Coapam Sta. María, pueblo, ídem, ídem		1,620	„
Texcalán, San Antonio, pueblo		1,720	„
Teotipilco, San Lorenzo, pueblo, ídem, ídem		1,740	„
Teontepec, San Bartolo, pueblo, ídem, ídem		1,860	„
Tepetoapam San Cristobal, pueblo, ídem, ídem		1,875	„
Cipiapan, Sta. Cruz, pueblo, ídem, ídem		2,055	„
Nopalan, Santiago, Distrito de Tepexi		2,310	„
Tlatlauquitepec Magdalena, pueblo, ídem, ídem		1,925	„
Atenayucan, pueblo, ídem, ídem		1,910	„
Atexcal, San Martín, pueblo, ídem, ídem		1,855	„
Tepoxtitlán San Nicolás, pueblo, ídem, ídem		1,900	„
Tepexi, cabecera de Distrito		1,730	„
San Vicente Coyotepec, pueblo, Distrito de Tepexi		1,860	„
San Juan Ixcaquistla, pueblo, ídem, ídem		1,760	„
Sta. María Totoltepec, pueblo, Distrito de Acatlán		1,500	„
Tetela del Oro, cabecera de Distrito		1,743	„
Chignahuapan, ídem, ídem		2,250	„
Amilpa, pueblo, Acatlán, Distrito de Acatlán		1,045	„
Actempan, rancho, ídem, ídem		995	„
Las Ordeñas, rancho, Acatlán, ídem, ídem		1,210	„
Mixquiapan, rancho, Acatlán, ídem, ídem		995	„
Rancho el Chiltepcin, ídem, ídem	1,410	1,425	„
Texcalapa, hacienda, ídem, ídem		1,280	„

		m.	
Rancho La Junta, ídem, ídem		1,410	Aguilera.
Piaxtla, pueblo, ídem, ídem	1,118	1,155	,,
Chinantla, pueblo, ídem, ídem	1,150	1,110	,,
Tecomatlán, pueblo, ídem, ídem		955	,,
Pájaro Vaquero, paraje cerca de Acatlán		1,320	,,
Rancho Tulapa, Distrito de Acatlán		1,170	,,
Tetla, rancho, ídem, ídem		1,130	,,
El Progreso, pueblo, ídem ídem		980	,,
Rancho Yetla, ídem, ídem		1,055	,,
El Cuaulote, paraje cerca de Yetla (río), idem, ídem		1,190	,,
El Organo, cuadrilla, ídem, ídem		1,300	,,
Olomatlán, rancho, ídem, ídem		1,120	,,
Cañada del Ciruelo, paraje, ídem, ídem		1,180	,,
Frontera, San Sebastian, pueblo, Distrito de Tehuacán		1,640	,,
Chazumba Santiago, pueblo, ídem, ídem		1,625	,,
San Francisco Del Río, hacienda, ídem, ídem		1,805	,,
Zoyamazalco, San Mateo, pueblo, Distrito de Tepexi		1,805	,,
Nativitas, Sta. María, pueblo, ídem, ídem		1,780	,,
Tetelitlán, San Lucas, pueblo, Distrito de Tehuacán		1,880	,,
Tilostoc, Sta. Ana, pueblo, ídem, ídem		1,970	,,
Riego hacienda, ídem, ídem		1,710	,,
Tetitzintla. San Nicolás, pueblo, ídem, ídem		1,720	,,
Metzontla, Reyes, pueblo		1,700	,,
Tehuixtla, Sta. Catarina, Distrito de Tepexi		1,800	,,
Olleras, rancho, Distrito de Tehuacán.		1,605	,,

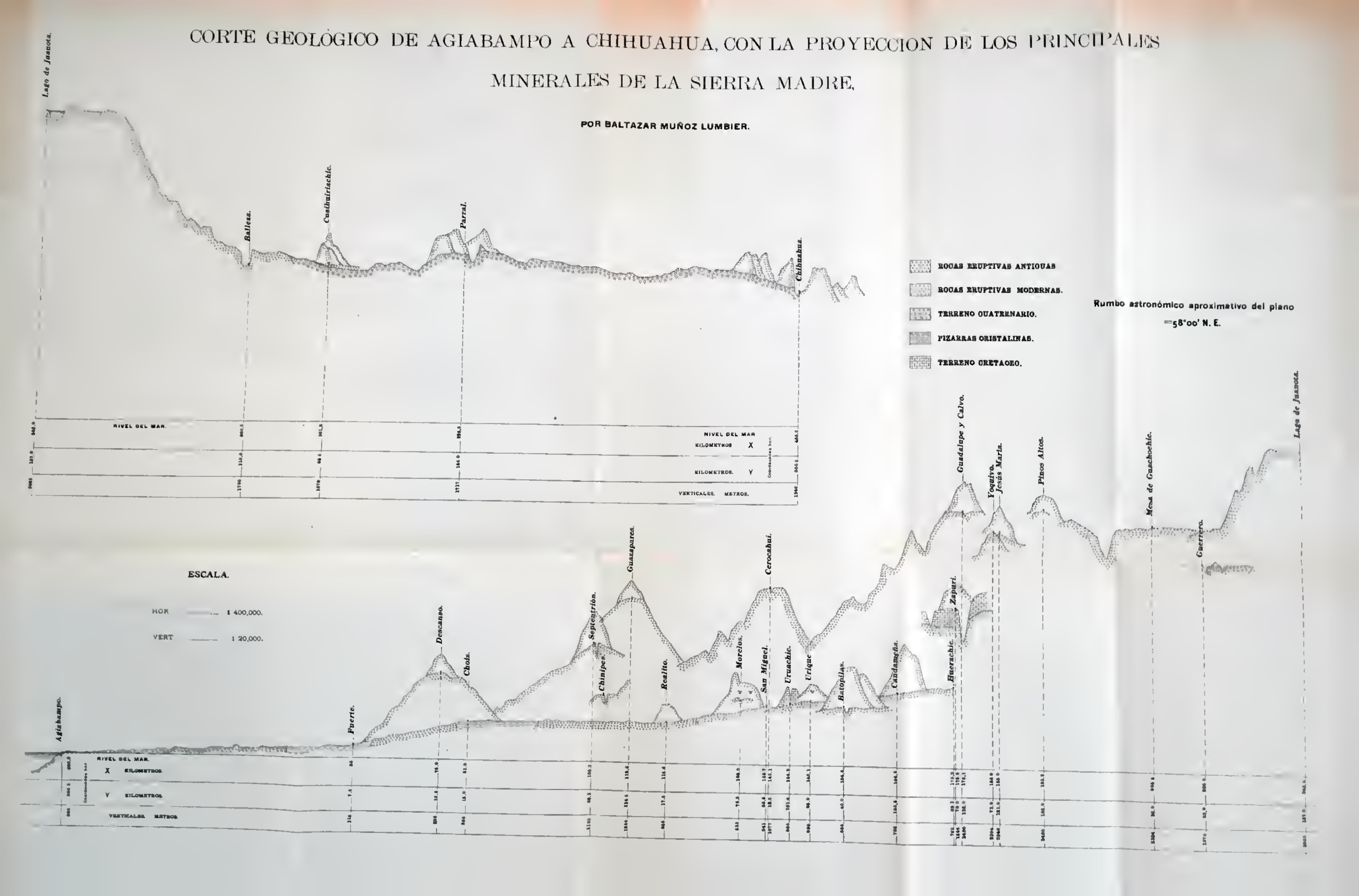
OAXACA.

Camotlán, pueblo, Distrito de Huajuapan	1,700	1,680	Ordóñez.
Huajuapan, Cabecera del Distrito	1,575–1,585	1,560	,,
San Marcos, pueblo, Huajuapan,		1,480	,,
Tonalá, pueblo, Huajuapan		1,410	,,
San Sebastian del Monte, pueblo	1,670	1,700	,,
San Jorge Nuchita, pueblo	1,220	1,205	,,
Tezoatlán, pueblo, Huajuapan	1,520 1,490	1,500	,,
Cuititó, pueblo, Huajuapan		1,540	,,
Tamazulapa, pueblo, Distrito de Teposcolula		1,990	,,
Santiago Tiotongo, pueblo, Teposcolula		2,030	,,
La Trinidad, Teposcolula		2,130	,,
Magdalena Xixotlán, pueblo, Distrito de Coixtlahuaca		2,150	,,
Santiago Plumas, pueblo, Coixtlahuaca	2,110	2,150	,,
San Miguel Ixtatla, pueblo, Coixtlahuaca		2,130	,,
Rancho de los Naranjos, Coixtlahuaca		1,940	,,
Ayuquila Peña, rancho		1,530	Aguilera.

	m.	
Sta. Cruz el Nuevo, pueblo, ídem, ídem	1,505	Aguilera.
San Juan Diquiyú, pueblo, ídem, ídem	1,960	„
San Andrés Yutatio, pueblo, ídem, ídem	2,050	„
Santa María Yucuquimi, pueblo, ídem, ídem	2,030	„
Santa María Yucuñuti, pueblo	1,910	„
Zapotitlán de las Palmas, pueblo	1,870	„
Las Taberuillas, Rancho Distrito de Huajuapan	1,740	„
Rancho Yucunduchi, ídem	1,840	„
Tlacotepec, Rancho, ídem	1,750	„
Realito, Pueblo, Distrito de Silacayoapan	1,680	„
Tindú, Pueblo, Distrito de Tlaxiaco	1,930	„
Tonalán, Huajuapan	1,430	„
San Juan Yuta, ídem	1,470?	„
Miltepec, ídem	1,800	„
Fondo de la Barranca de Camotlán	1,740	„
Hacienda San Marcos	1,495	„
San Marcos, Pueblo, Huajuapan	1,450	„
Santiago Tianguistengo, Pueblo, ídem	2,030	„
Ixtatla, Pueblo, San Miguel, ídem	2,130	„
Barrio de Sta. Cruz, ídem	2,100	„

ESTADO DE CHIHUAHUA.

Hacienda de San Gregorio, Distrito de Allende	1,600	Ordóñez.
Hacienda de Concepción, ídem	1,492	„
Hacienda de Corrales, ídem	1,505	„
Rancho de Peñoles, ídem	1,615	„
Hacienda de Balsequillo, Distrito de Hidalgo	1,610	„
Picacho de Balsequillo, ídem	1,960	„



CORTE GEOLÓGICO DE AGIABAMPO A CHIHUAHUA, CON LA PROYECCION DE LOS PRINCIPALES MINERALES DE LA SIERRA MADRE.
POR BALTAZAR MUÑOZ LUMBIER.
Lago de Juanota.
Ballesa.
Cusihuiriachic.
Parral.
Chihuahua.
ROCAS ERUPTIVAS ANTIGUAS
ROCAS ERUPTIVAS MODERNAS.
TERRENO CUATERNARIO.
PIZARRAS CRISTALINAS.
TERRENO CRETACEO.
Rumbo astronómico aproximativo del plano =58°00' N. E.
NIVEL DEL MAR.
KILOMETROS X
KILOMETROS Y
VERTICALES. METROS.
ESCALA.
HOR 1 400,000.
VERT 1 20,000.
Agiabampo.
Fuerte.
Descanso.
Chois.
Septentrion.
Chinipas.
Guazapares.
Realito.
Morelos.
San Miguel.
Cerocahui.
Uruachic.
Urique.
Batopilas.
Candameña.
Zapuri.
Hueruchic.
Guadalupe y Calvo.
Yoquivo.
Jesús María.
Pinos Altos.
Mesa de Guachochic.
Guerrero.
Lago de Juanota.

SEGUNDA PARTE.

SINOPSIS DE GEOLOGÍA MEXICANA

POR JOSE G. AGUILERA.

I

Situado México al S. de los Estados Unidos, entre los dos Océanos, inicia la porción ístmica de Norte América que con dirección S.E., se prolonga por una serie de istmos cada vez más estrechos para formar la porción comunmente denominada América Central, que reunida á las Antillas constituye una región natural, en otra época continua, según toda probabilidad, y la cual como han hecho con justicia notar muchos observadores, tanto Geógrafos como Geólogos, desempeña entre las dos masas continentales de América un papel por todos respectos análogo al que desempeña la zona mediterraneana entre Europa y Africa. El territorio mexicano comprende de esta región natural la porción septentrional, que tal vez es más conveniente considerar como el estrechamiento peninsular general del continente, que le da la forma triangular característica de las masas continentales de la época presente, y abraza además el comienzo de la América Central, á la cual con toda propiedad corresponde la denominación de región ístmica.

La forma general del país por su contorno es la de una faja de tierra que al encorvarse alrededor del Golfo de México, se estrecha gradualmente hacia el S.E., para bifurcarse después de haber formado el Istmo de Tehuantepec, continuándose por una de las ramas de la bifurcación con Centro América y dirigiéndose por la otra, la Península de Yucatán, hacia las Antillas. La península de la Baja California, es una faja angosta de tierra no hace mucho tiempo desprendida, que, con dirección paralela á la de la costa occidental del Continente, sufre varios estrechamientos para desaparecer debajo de las aguas del Pacífico, frente al Cabo Corrientes en el Estado de Jalisco, indicando que existió una continuidad geográfica entre estos puntos en otra época geológica, continuidad que está además autorizada por la dirección de los elementos de relieve del presente en esas dos porciones del territorio mexicano y por la constitución geológica del suelo en esos puntos.

La estructura geográfica general de México se reduce á una meseta central inclinada hacia el N. y N.E., comprendida entre dos cadenas de montañas que están separadas de los dos mares por angostas fajas de terreno bajo que se estrechan gradualmente hacia el S. Estas dos cadenas que se reunen en la parte meridional del país, se levantan sobre la superficie bajo la forma de una V de mas colosales que van á continuarse en el territorio de los Estados Unidos, bajo los nombres de Montañas Rocallosas y Sierra Nevada. Reunidas estas cadenas de montañas recorren la parte meridional del país para continuar á la América Central llevando adherida á su falda oriental la baja meseta de Yucatán que se eleva apenas á unos 30 ó 40 metros sobre el mar.

La Mesa Central ó Mesa de Anáhuac, con una superficie de cosa de 666,000 kilómetros cuadrados y una altura media aproximada de 1,700 metros, se extiende sin interrupción desde las llanuras de Texas y Nuevo México en los Estados Unidos hasta el Valle de Toluca, que se apoya contra las faldas del Nevado de Toluca; alcanzando la meseta una altura de 2,630 metros en su extremo meridional. Esta gran meseta que constituye una individualidad geográfica de primer orden, eminentemente característica para esta porción de Norte América está compuesta á su vez de unidades geográficas de segundo orden, que se subdividen en otras de orden inferior y manda sus ramificaciones hacia los dos mares; ramificaciones que siguiendo las interrupciones de las cadenas limítrofes, establecen comunicación fácil con las tierras bajas que rodean á las vertientes de la mesa y favorecen el desagüe de la mayor parte de la superficie de la Mesa Central hacia los dos océanos, quedando esta desprovista de drenaje en su porción central solamente, allí donde se encuentra la depresión denominada Bolsón de Mapimí.

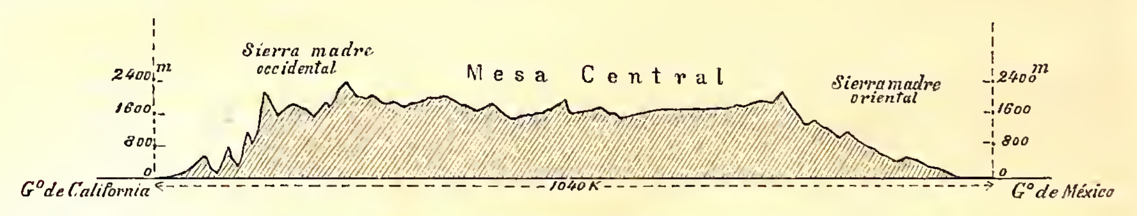
Siendo la Mesa Central la continuación meridional de la depresión central del Continente Norte Americano, presenta todos los caracteres de dicha gran depresión. Mientras que al N. la depresión se acentúa más y más y adquiere mayor anchura; al S. por el contrario, la región de las llanuras se eleva gradualmente, estrechándose también, y así vemos que su inclinación va de acuerdo con la elevación general de la masa continental.

Creciendo gradualmente hacia el S. hasta el paralelo 19° el relieve general del país, para descender después hasta llegar á los istmos en los cuales á medida que son más estrechos la altura absoluta va siendo menor; se puede comparar el territorio mexicano desde el Istmo de Tehuantepec al N. tomando solamente en consideración el conjunto de su relieve y haciendo abstracción por consiguiente de algunas irregularidades de detalle, con un tetraedro oblicuo cuya cara mayor que sirve de base se adapta á la proyección orizontal del país, las dos caras más pequeñas forman las dos vertientes ó el descenso á los dos mares y la cara de dimensión intermedia corresponde á la vasta Meseta Central. El vértice del tetraedro, vértice también de la masa continental vendría á quedar situado aproximativamente entre los grandes conos volcánicos de México.

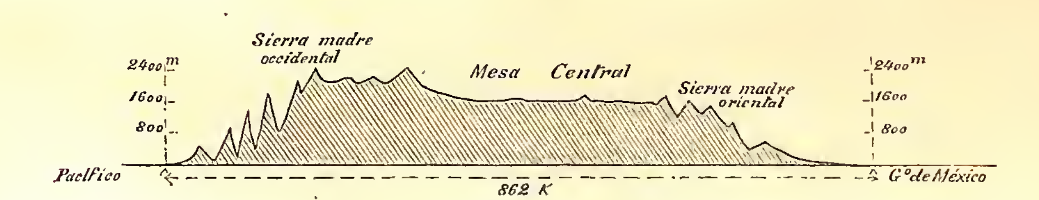
La cadena de montañas que Humboldt denominó Andes Mexicanos y que

son de hecho la continuación de la gran cadena de montañas de la América del Sur, que con el nombre de Los Andes comenzando en Patagonia recorre paralelamente al mar, toda la costa del Pacífico, después de haber experimentado varias depresiones, correspondiendo naturalmente las de mayor importancia á los numerosos istmos de la América Central, se interna en el territorio mexicano y después de atravesarlo en toda su extensión se continúa por la parte occidental de los Estados Unidos.

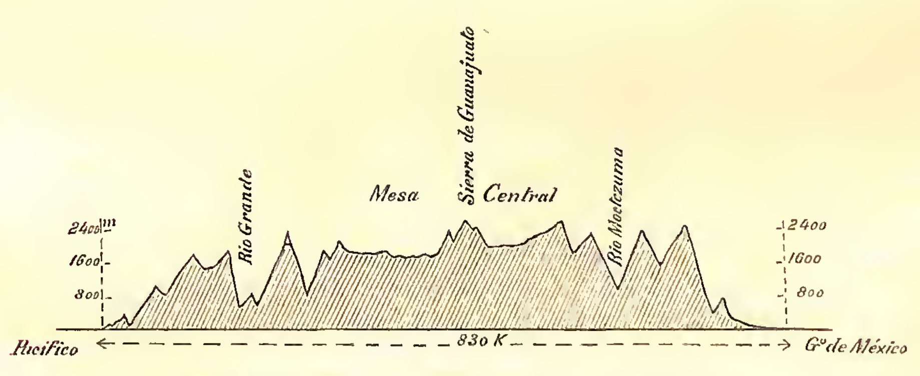
Esta cadena de montañas se bifurca en la parte central del Estado de Oaxaca, dirigiéndose una de sus ramás, la Sierra Madre Oriental casi paralelamente á la costa del Golfo de México y siguiendo la otra que se designa con el nombre de Sierra Madre Occidental la costa del Pacífico. Cada una de estas ramas principales es á su vez descompuesta en numerosos y variados eslabones de importancia diversa y así se presenta el país sembrado de serranías y sierras á primera vista sin encadenamiento ó relación; pero que estudiadas con detenimiento su dirección y constitución se descubre el enlace y continuidad unas veces aparente ó manifiesta y otras apenas perceptible pero que siempre permiten conocer las mutuas y relativas dependencias de todos estos elementos de relieve.



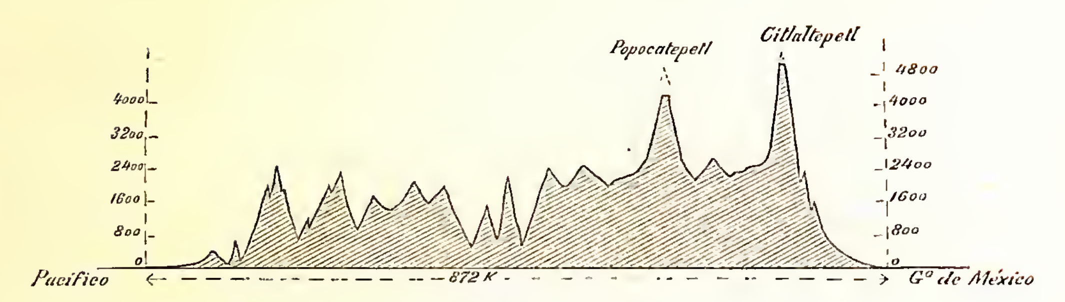
Corte transversal de México según el paralelo 25°



Corte transversal de México según el paralelo 23°



Corte transversal de México según el paralelo 21°



Corte transversal de México según el paralelo 19°

Para dar una idea general de la situación, dimensiones é importancia de la Mesa Central ó Mesa de Anáhuac así como del relieve general del país, damos los cortes adjuntos, hechos por el que susbcribe ayudado por el Sr. Ordóñez, siguiendo los paralelos 25°, 23°, 21° y 19°. En estos cortes se puede apreciar la altura absoluta de la Mesa Central y sus relaciones con las dos cadenas de montañas que la límitan hacia el E. y el O., así como juzgar de la importancia relativa del relieve de las dos cadenas de montañas.

Examinando estos cortes se ve que el más septentrional de ellos alcanza una altura absòluta menor; las sierras son menos elevadas y están menos subdivididas y la Mesa Central adquiere gran anchura. El corte, según el paralelo 23°, manifiesta la mayor importancia en altura y en anchura de la Sierra Madre del Pacífico y la Mesa Central con altura casi uniforme.

En el corte, según el paralelo 21°, la Mesa Central se halla subdividida por la sierra de Guanajuato; y el corte, según el paralelo 19°, muestra casi el límite de la Mesa Central en la región de las mayores alturas, pasando dicho corte por una porción de la Sierra Madre Occidental sumamente desgarrada por las profundas cortaduras que corresponden á las cuencas de las aguas que van hacia el Pacífico. La Mesa Central en este corte queda situada hacia el E., donde está acumulado el relieve.

II

Geológicamente considerado, México está compuesto de tres partes distintas que difieren relativamente poco en su extensión superficial.

La primera, la más antigua, que es también la menos extensa, está formada de un gran macizo granítico gnéissico y esquistoso que ocupa la mayor parte del S. del país; se extiende á lo largo de la costa del Pacífico formando una angosta faja interrumpida en algunos tramos, y envía una que otra ramificación hacia la parte media del país y á algunos puntos cercanos á su costa oriental.

La segunda, que es la más extensa, esencialmente sedimentaria, y en la cual se han depositado los sedimentos de diversas épocas desde fines del Paleozoico hasta nuestros días, ocupa las partes septentrional, central, oriental y meridional extrema del país, teniendo algunas ramificaciones al O. y S.E.

Finalmente, la tercera porción, cuya existencia casi iguala á la de la anterior, y cuya importancia como parte integrante del territorio no es sobrepujada por las otras dos, está compuesta principalmente de rocas eruptivas pertenecientes á la serie moderna, distribuídas todas á lo largo de la cadena de montañas principal del país, denominada "Sierra Madre del Pacífico," de la cual constituyen la mayor parte de su masa; se extiende hacia el E. en la región media del país y tiene también manifestaciones aisladas en la parte N., N.E., S. y S.E.

Estas tres grandes partes constitutivas de nuestro territorio, forman tres grandes divisiones sumamente características y cuya extensión geográfica está recíprocamente limitada entre ellas, salvo los pequeños grupos aislados que como verdaderos islotes se encuentran enclavados respectivamente en las tres grandes divisiones.

Terreno Primitivo.

Las rocas arcaicas de México son bastante numerosas, de naturaleza muy variada y presentan á veces transiciones perfectamente visibles. Este terreno está representado en la carta geológica que va al fin de esta reseña por el color rosado.

En el S. del Estado de Puebla, y en los Estados de Guerrero y Oaxaca, que es donde se manifiesta mejor esta formación, las rocas que la constituyen en el orden en que se verificó su depósito son las siguientes:

a.—Gneiss porfiroide muy semejante al augengneiss, que en la base, perdiendo su esquistosidad, pasa á una especie de granito.

b.—Phyllades (filades) gneissicas que descansan directamente sobre la anterior á la cual pasan por grados insensibles de transición.

c.—Micapizarra sumamente abundante, en algunos puntos granatífera, y en perfecta concordancia con las phyllades gneissicas.

d.—Phyllades muy arcillosas en su parte superior, cuya proporción en arcilla va disminuyendo hacia la base de un modo gradual, y de acuerdo con esta modificación en la composición, la estructura varía de perfectamente apizarrada á esquistosa y finalmente estratiforme. Este grupo descansa sobre las cloritapizarra, sericitapizarra y amphybolitapizarra, que á su vez se apoyan en las phyllades gneissicas.

Erupciones.—Posteriormente al depósito de las filades arcillosas y antes de terminar el Paleozoico, hicieron su erupción las rocas que se enumeran á continuación por su orden de antigüedad:

1.—Granito gnéissico que pasa á granito porfiroide, que atraviesa las mi-

capizarras sin llegar á las filades. La aparición de esta roca está perfectamente manifiesta en la porción N.O. de la República, especialmente en la Municipalidad de Caborca, perteneciente al Distrito de Altar del Estado de Sonora.

2.—Granito propiamente dicho y de grandes elementos, que corta á las micapizarras y filades; visible en muchos de los puntos en que se encuentra el terreno primitivo, tanto al N.O. como en el centro y S. del país.

3.—Granulita, se presenta en muchos lugares cortando todas las rocas arcáicas.

4.—Granito hornbléndico, sumamente abundante; muy frecuente bajo la forma de diques de dimensiones más ó menos poderosas y también bajo la de protusiones de considerables dimensiones que constituyen verdaderos macizos; atraviesa todas las rocas sedimentarias del Arqueano, así como al granito gneissico.

5.—Pegmatita común que pasa á veces á la variedad gráfica ó hebráica en diques numerosísimos que cortan los granitos gnéissicos y comunes. Parece haber habido dos épocas distintas de erupción de pegmatita: la más antigua, que ha tenido lugar en el Estado de Sonora, que sólo atraviesa al granito gnéissico y á las micapizarras y amphybolitapizarra, y la más moderna, á la vez la más común, que corta á todas las rocas del Arqueano pasando hasta los granitos, granulitas y granitos hornbléndicos. Esta segunda erupción se ve tanto al N.O. como en la parte media y meridional del país.

6.—Hyalomigta ó Greisen, se encuentra asociada á los granitos formando en su masa vetas de segregación.

7.—Diorita en diques y reventazones numerosas de aparición posterior á las rocas anteriores pero que se verificó antes del fin del Paleozoico. Es muy abundante en el S. de Puebla y N. de Oaxaca y Guerrero.

Dislocaciones.—La formación está sumamente plegada, formando pliegues anticlinales, sinclinales y oblicuos de las más variadas dimensiones, cuyas aristas ó crestas corren entre 20° y 45° N.O.-S.E. con echado hacia el N.E. ó S.O. que varía entre 5° y 75°. El plegamiento de estas capas, anterior á todos los depósitos sedimentarios bien definidos que hemos tenido oportunidad de observar en el país, es debido á las resultantes de presiones laterales ejercidas por el depósito de sedimentos postarcaicos y pretriásicos que se verificaban en los dos mares que rodean nuestro país, en regiones bastante lejanas probablemente al E. y O. de la extensión que hoy comprende la República Mexicana. Si hemos de juzgar de la energía de estas causas por los efectos que nos es dable observar, dichos depósitos debieron alcanzar dimensiones colosales.

Criaderos Minerales.—En este terreno se encuentran criaderos de fierro de diferentes tipos, y criaderos auríferos; unos, contemporáneos de las rocas sedimentarias ó eruptivas que los contienen y otros, posteriores á estos terrenos, pero cuya formación ha sido anterior á la serie sedimentaria postarcaica del país, que como hemos dicho ya, se inició á fines del Paleozoico, y los cua-

les se mencionan en este lugar por encontrarse en las rocas arcaicas, aunque son de edad muy posterior y por ahora indeterminada.

El fierro se presenta bajo las formas de hematita micácea, hematita compacta, magnetita, hematita arcillosa que pasa á arcilla ferruginosa y limonita. La hematita micácea forma lentes muy pequeños, interestratificadas en las micapizarras y filades; es pues contemporánea de las pizarras que las contienen. La hematita micácea sustituye á la mica ó á la clorita, bien en una pequeña proporción, tiñendo entonces las pizarras de diversos tenos de rojo, bien en cantidad predominante, y entonces forma lentes de pequeñas dimensiones que pueden referirse al tipo de "Esquistos de fierro micáceo de Von Groddeck," del cual difieren solamente por la ausencia de la magnetita. Estos criaderos sólo son de pequeño valor industrial para la explotación de la variedad más pura de la hematita micácea que puede recibir en las artes después de un perfecto lavado para destituirla del cuarzo que contiene, la aplicación que se da al rojo inglés ó colcotar.

La hematita compacta asociada á la magnetita, pero predominando siempre, constituye grandes lentes intercaladas entre las micapizarras, formando verdaderas masas explotables, que corresponden al tipo "Masas estratificadas" de magnetita y fierro oligisto de Von Groddeck. Son pues contemporáneos de las pizarras huronianas en que se encuentran.

La hematita arcillosa y la limonita arcillosa que pasan á ocres de fierro ó arcillas ferruginosas, vienen siempre acompañando á la hematita y magnetita como productos de impureza é hidratación más ó menos avanzados. Este tipo de criadero y el anterior se encuentran en la división Huroniana del Terreno Primitivo, del S. de Puebla y N. de Oaxaca y Guerrero.

La hematita compacta acompañada de limonita, atraviesa bajo la forma de filones, de potencia á veces de algunos metros, las rocas arqueanas y eruptivas que á estas cortan, sin que nos sea conocida su edad con precisión, pues solamente sabemos que no pasan á las rocas sedimentarias del Keuper, en algunos puntos del Estado de Guerrero, cercanos á los lugares en que se encuentran estos criaderos. Tal vez esta clase de criadero pueda referirse con alguna probabilidad al tipo "Río Albano" Von Groddeck, pues en algunos de ellos hemos encontrado la magnetita, aunque en pequeña cantidad. En el Estado de Guerrero se encuentran yacimientos de fierro sumamente importantes entre los cuales citaremos: uno cerca de Mescala que es un filón casi vertical de 8 metros de potencia, formado de óxido magnético compacto; otro llamado el cerro Imán cerca de Coyuca, es una montaña de 100 metros de altura coronada por una capa de caliza; los de San Francisco y Singungao, enormes acumulaciones de fierro oxidulado; el de Villadera que forma una capa de 400 metros de largo por 100 metros de ancho; en fin, el de Chutla constituído por Mineral Magnético puro, que se encuentra en la proximidad de fundentes calcáreos y maderas. [1]

1 Manross, Amer. Journ. of Scien. and Arts., vol. XXXIX, p. 309. Según Dana ib. p. 358.

Estos minerales deben pertenecer, según opinión del Sr. J. D. Dana, loc. cit., al período Azoico como los de Nueva York y Michigan. Una exploración hecha por el subscripto al cerro Imán, le permite rectificar la opinión del Sr. Dana y referir el criadero del cerro Imán al Terciario por atravesar el filón de hematita á las calizas con Nerinea af. Titania Felix, del Cretáceo Inferior de Tehuacán. La caliza está metamorfizada y sólo en algunos lugares se pueden obtener ejemplares de Nerinea. Esta formación caliza se continúa al N. con la del cerro de Dolores ó del Capote junto á Huetamo, y al S.E. se liga también con las calizas y margas de Jaripo á Coyuca sumamente ricas en Nerinea af. Titania Felix. Esta circunstancia hace presumir que los criaderos citados por Manross y no visitados por el que subscribe, deben ser contemporáneos y semejantes á todos los otros criaderos de fierro que se mencionan adelante al hablar de los criaderos contenidos en rocas cretáceas y cuyo relleno ha tenido lugar en el período terciario.

Los criaderos de oro son vetas y filones de cuarzo aurífero que atraviesan las rocas eruptivas de que nos hemos ocupado en las páginas precedentes, originadas por líneas de fractura por contracción debida al enfriamiento de la roca que los contiene. Llevan como matriz el cuarzo graso y cuarzo hialino y cariado, en el cual viene diseminado el oro libre acompañado de hematita y limonita más ó menos arcillosa en el tramo superior ó superficial, en donde la acción oxidante de los agentes atmosféricos se ha hecho sentir con una energía variable pero siempre en relación con el estado higrométrico del aire y demás condiciones climatéricas de la localidad en que se presentan. La zona que sigue á la de oxidación está caracterizada por la presencia de pirita aurífera más ó menos alterada.

Se aproxima este tipo al Nagyag de Von Groddeck, pero no atraviesa rocas eruptivas terciarias, puesto que son un poco posteriores á las rocas eruptivas que cortan al Arcaico; y además le faltan las combinaciones del teluro que tan frecuentes son en el tipo de Nagyag. Esta clase de criaderos auríferos se presenta en algunos puntos pertenecientes á los Estados de Oaxaca y Guerrero.

La baritina sola ó acompañada de minerales de cobre con ley de plata forma vetas que en el primer caso arman en los granitos turmaliníferos como en la punta S. de la Baja California; y cuando sirve de matriz á chalcocita, azurita, malaquita, poca blenda, etc., ó bien acompaña nada más á la galena, se encuentra cortando á las pizarras cristalinas del S. de Puebla.

La edad geológica de estos criaderos es difícil de determinar por falta de relaciones entre ellos y las rocas más modernas ígneas y sedimentarias de esta comarca.

Distribución geográfica.—Las rocas arcaicas constituyen un núcleo de grandes dimensiones que ocupa la parte meridional del Estado de Puebla, algunos tramos de la Sierra Madre en el Estado de Chiapas, y porciones muy extensas de los de Oaxaca y Guerrero. Se encuentran también en los Estados de Zacatecas cerca del Fresnilo; Guanajuato en las inmediaciones de la capital;

Sinaloa, cerca de las cumbres de la Sierra Madre; Sonora en su parte N.O. y O., y alguno que otro punto central; Baja California, en donde constituyen el eje de la cordillera central de la península, y Veracruz en su región occidental, limítrofe con Puebla en el Cantón de Zongolica.

Materiales de construcción y productos diversos.—Las numerosas aplicaciones del granito y sus diversas variedades son demasiado conocidas para que nos detengamos á hacer su enumeración; debemos hacer notar, sin embargo, que no obstante las preciosas cualidades de estas rocas, no se han empleado hasta ahora en México estos bellísimos materiales de construcción.

Entre las substancias de valor industrial que las rocas arcaicas y eruptivas que las cortan contienen, enumeraremos la grafita que se encuentra formando parte de los granitos, sustituyendo á la mica; el kaolín, la arcilla plástica y la refractaria, producto de descomposición de los granitos y segregación de algunas pizarras arcillosas; el asbesto que forma vetillas diseminadas en las micapizarras y pizarras arcillosas; el granate var. piropo, bastante común en las mismas pizarras y en los granitos; la turmalina que viene en estos últimos; el corundo, la labradorita, la mica y las numerosas variedades coloridas del cuarzo hialino; la esmeralda en las micapizarras y filades de Tejupilco, Estado de México.

Grupo Primario ó Paleozoico.

Los terrenos que forman el grupo Paleozoico están apenas representados en nuestro país, y aquellos de los cuales poseemos fósiles característicos que no dejan lugar á duda respecto á su edad, pertenecen al período Carbonífero.

Sistema Siluriano.—No se conoce en el territorio de la República ningún lugar en donde este terreno aflore, tampoco existen en las colecciones paleontológicas fósiles característicos de este terreno que sean de procedencia mexicana auténtica. Se encuentra en nuestra colección un magnífico ejemplar de caliza penetrada de bellísimos individuos de Orthis testudinaria Dalman, especie del Período Trenton del Silurio Inferior. Este ejemplar lleva en la etiqueta como localidad la Cuesta de Santa Teresa, á una legua al E. de Cacahuamilpa, Estado de Guerrero, y fué regalado al Sr. Profesor Don Antonio del Castillo por los hermanos Robles. El Sr. Profesor Castillo, deseoso de rectificar esta localidad y cerciorarse de la autenticidad del ejemplar, así como también con el propósito de hacer el estudio respectivo del yacimiento de esta especie, hizo varias expediciones infructuosas; pues no sólo no encontró las rocas que contienen tan interesante brachiopodo, sino que no encontró indicio alguno de las rocas silurianas en la cuesta de Santa Teresa, ni en ningún otro punto inmediato á ella, de donde pudiera haber sido traído el ejemplar citado.

En la obra "Contributions to the Geology and the Physical Geography of Mexico," editada por el Baron T. W. von Egloffstein, en la cual se resumen

las observaciones y datos recogidos por Frederik von Gerolt y Charles de Berges, se asigna al Silúrico una vasta distribución geográfica y se refieren á él pizarras y rocas pizarreñas de las inmediaciones de algunos Distritos Mineros, pizarras que pertenecen á diferentes sistemas estratigráficos y que, por la posición que ocupan en la actualidad y ciertos caracteres exteriores, han sido consideradas como pertenecientes al Silúrico.

Muchos geólogos han considerado silúricas las pizarras arcillosas y la ampelita (hoja de libro) que se encuentra en la profundidad en los criaderos de Guanajuato, Catorce y Zacatecas. La edad de las pizarras de Guanajuato y Zacatecas es desconocida y no se puede determinar todavía con alguna precisión; no sucede lo mismo con las pizarrss de Catorce que son casi todas jurásicas, y si acaso, en la base de éstas, se encuentran algunas otras más antiguas, es casi seguro que no son de tan remota antigüedad como la que se les ha atribuído.

Sistema Devoniano.—Poseemos en nuestra colección un espléndido ejemplar de Goniatites que hemos referido al Denoviano Medio, que le fué obsequiado en Europa al Profesor Don Antonio del Castillo. Con el Devoniano en México nos ha sucedido una cosa semejante que con el Siluriano; pues la localidad del Goniatites de que nos venimos ocupando, ha sido dada al Profesor Castillo como de la serranía de Apulco en una barranca denominada de "La Calera:" en vano se ha tratado de obtener nuevos ejemplares, organizándose expediciones con ese objeto al lugar indicado. No se ha dado con la verdadera localidad, pero existen probabilidades de que una exploración detenida de la región citada, descubra la localidad deseada; pues que en esa región se encuentra, debajo de las pizarras jurásicas, un grupo poderosísimo de pizarras arcillosas y filades muy cargadas de arcillas en que pudieran venir los Goniatites, especialmente en las últimas, cuya edad geológica es imposible determinar por ahora por falta de fósiles y por el estado de metamorfismo en que se encuentran. Pudiera suceder muy bien que no fueran sino las pizarras arcillosas del Jurásico metamorfizadas por acción mecánica combinada con la que ejercieron las andesitas terciarias al hacer su aparición en aquella región, ó bien que se tratara de rocas devonianas de aspecto muy modificado por estas mismas causas. Son sumamente abundantes, y por lo que conocemos de ellas, enteramente desprovistas de fósiles; no obslante, la presunción de que los Goniatites citados provengan de algún punto más ó menos distante de la localidad estudiada no está destituída de fuudamento, toda vez que el carácter litológico de la formación conviene bastante con el de algunas subdivisiones del terreno que se busca.

Sistema Carbonífero.—La existencia de este terreno en México es un hecho enteramente comprobado. Se encuentra en la parte de nuestro territorio limítrofe con Guatemala, directamente debajo del Cretácco. El Sr. Ingeniero D. Próspero Goyzueta, miembro de la Comisión encargada de trazar los límites entre México y Guatemala, nombrado al principiar los trabajos de la Comisión, Géologo de ella, trajo á México dos ejemplares de caliza compacta,

gris cenicienta, que contenían individuos pertenecientes al género Productus; estos individuos aunque bastante maltratados é incompletos, permiten ser identificados, y pertenecen á la especie semireticulatus que es característica de la caliza carbonífera.

Naturaleza de las rocas.—Las rocas carboníferas de México son calizas y dolomias, que según el estudio del Sr. Saper[1] "descansan en estratificación concordante sobre los Estratos de Santa Rosa, compuestos de pudingas areniscas y pizarras de color rojo que refiere el Sr. Sapper al Carbónifero ó Devónico."

El Dr. Persifor Fraser, en un opúsculo que lleva por título: "Certain Silver and Iron mines in the States of Nuevo Leon and Coahuila, México", refiere al Carbonífero Superior las calizas que forman algunas de las sierras de Coahuila y Nuevo León, como la del cerro del Mercado, junto á Monclova, que forma parte de la sierra de la Gloria, la sierra de Gómez y la sierra de la Iguana; y se atiene para hacer esta referencia á la opinión de los Sres. Profs. James Hall y Angelo Heilprin, á propósito de unos cuantos fósiles que bastante maltratados les remitió para su identificación.

El Prof. Heilprin, haciendo notar el mal estado de los fósiles que no permitían una determinación específica segura, declaró que pertenecían á la familia Aviculidæ y con probabilidad á los géneros Pterinopecten, Actinoptera y Leioptera, que existieron desde el Silúrico al Pérmico, pero él aceptaba como más probable que fuesen formas devonianas ó carboníferas.

El Prof. James Hall encontró tres fósiles, dos de carácter terebratuloide y uno pectinoide, probablemente un Aviculopecten; infiere del carácter de los fósiles lo mismo que del aspecto físico de la roca, que ésta es de la edad de la caliza carbonífera tan desarrollada en el S.O. La formación la considera como una extensión del Great coal measures, pero generalmente destituída de carbón. Con la esperanza de hacer una buena colección de fósiles carboníferos de los lugares citados, hice una expedición al Cerro del Mercado y Sierra de la Iguana: en el Cerro del Mercado encontré en los estratos inferiores que cortaba una barranca al O., fósiles característicos cretáceos del Cretáceo Medio, pertenecientes á los géneros Lima, Anomia, Scaphites, Micraster y otros; en la punta N. de la Sierra de la Iguana, sólo he podido encontrar una especie de Montlivautia, pero en su prolongación al S. he recogido ejemplares muy bien conservados de Desmoceras (Puzosia) sp? especies todavía no determinadas de Acanthoceras y dos Belemnites muy próximas á las Belemnites minimus y bipartitus, que no dejan duda acerca de la edad de estas calizas, que corresponden á la división del Cretáceo Medio y á divisiones comprendidas dentro de la serie Comanche del Cretáceo de Texas, del cual todas estas sierras calizas del N. de México desde Sonora á Tamaulipas no son sino la continuación. En vista de todos estos datos hemos representado en nuestro Bosquejo

1 Boletín del Instituto Geológico de México, núm. 3, "La Geografía física y la Geología de la Península de Yucatán."

Geológico todas las sierras indicadas por el Prof. Fraser como del Carbonífero Superior, como pertenecientes al Cretáceo.

Desde Humboldt que fué el primero que refirió á la Caliza de Montaña las calizas compactas cretáceas del país, atendiendo solamente á sus caracteres físicos, se ha cometido, por la gran semejanza que con las calizas paleozoicas tienen nuestras calizas cretáceas, el mismo error por otros muchos observadores; y así el mismo Prof. Hall en la Memoria de Emory de la Comisión de límites entre México y los Estados Unidos, "Emory's Report of the U. S. and Mexican Boundary Survey", asigna al Carbonífero muchas de las sierras cretáceas de cerca de la línea divisoria, y finalmente en Macfarlane "An Amer. Geol. Railway Guide", se consideran como del Carbonífero las calizas cretáceas de los Estados de Durango y Coahuila, á lo largo del Ferrocarril Central Mexicano, en el tramo respectivo en que la línea corta á estos dos Estados. Ahora bien, estas calizas están literalmente penetradas de Acteonellas, Nerineas, Hippurites, Monopleuras, etc., es decir, de fósiles cretáceos característicos.

El Sr. Ing. Santiago Ramírez refirió al sistema Carbonífero la formación de los Distritos de Acatlán y Matamoros del Estado de Puebla, que contiene algunas capas de hulla; como se verá adelante estas formaciones han sido referidas al Triásico Superior, mientras adquirimos mayor número de plantas fósiles que decidan si debe ser considerada la formación de que nos ocupamos como de la cima del Triásico ó si pertenece á la base del Liásico.[1]

Carácter paleontológico.—Muy pocos ejemplares de fósiles han sido obtenidos del Carbonífero de Chiapas, y los mejor conservados, procedentes de los ranchos La Nueva, La Vainilla, Las Tres Cruces y Palo Amarillo, son:

Fusulina granumavenæ? F. Roemer.
Fenestella sp?
Productus semireticulatus Martin.
Pleurotomaria sp?

En los Anales del Ministerio de Fomento, tomo V, 1881, páginas 525 á 593, el Sr. García Cubas extracta parte del informe acerca de la serranía de Puebla del Sr. Estragnat, en cuyo extracto se ve que el Sr. Estragnat "considera esta región, formada de terrenos de transición, encontrando en algunos puntos el Silurio, en otros el Carbonífero y el Zechstein. Esta última formación, dice el Sr. Estragnat, se encuentra representada por caliza compacta negruzca y fétida, con sus fósiles característicos, trastornada y dislocada en Xochitlán y otros lugares de Zacapoaxtla". Esta formación es cretácea y descansa sobre pizarras con Arietites, James Danæ Bárcena, en la Cañada del Río Lajajalpa, cerca de San Marcos en Zacatlán. Es indudable que el aspecto petrográfico de la formación, y no los fósiles, fueron los que sirvieron al

1 Anales del Ministerio de Fomento, vol. VI.

Sr. Estragnat para referir al Zechstein una caliza que cerca de Tetela, en Ometepec, pasa en la base por transición insensible al Jurásico Superior.

Grupo secundario ó mesozoico.

Las distintas formaciones sedimentarias que reunidas constituyen el grupo Secundario ó Mesozioco, no están todas representadas en México; las que se encuentran pertenecen en unos casos á las últimas subdivisiones ó pisos superiores de los sistemas Triásico y Jurásico, y en otros á casi toda la serie cretácea en sus numerosas subdivisiones ó pisos.

Siitema triásico.—Las rocas de este sistema en su subdivisión superior sin ocupar jamás grandes extensiones se muestran en muchos puntos. Véase la carta geológica adjunta, en la cual este sistema está representado por el color violado.

Naturaleza de las Rocas.—Las rocas del Triásico Superior pertenecen á distintas variedades de areniscas cuarzosas y pizarras arcillosas, cuya textura y composición varían notablemente. La textura de las areniscas varía desde sumamente finas hasta brechas formadas de gravas; y según la textura, se modifica también la estructura, que se hace más apizarrada á medida que el grano es más fino; en cuanto á las pizarras, la textura varía de pelítica que las da el aspecto de esteatitapizarra hasta granudas finas que las colocan entre las psamitas. La composición de las areniscas y pizarras varía también: las primeras desde areniscas cuarzosas en las capas inferiores hasta areniscas margosas en las capas superiores; y en cuanto á las pizarras, su composición varía de arcillapizarra pura en la base á pizarras arcilloso-margosas y margas apizarradas en la parte superior, en donde se cargan gradualmente de laminitas de mica que las hacen pasar á verdaderas psamitas, modificandose el grano de los elementos que las constituyen, dándoles el aspecto de areniscas de grano muy fino, y finalmente aumentando la proporción de carbonato de cal termina la serie de pizarras margosas muy ricas en cal, sobre las cuales se depositan en algunos puntos verdaderas pizarras calizas más ó menos cargadas de arcillas.

Estas modificaciones en la composición y en la textura se presentan tanto en el sentido horizontal como en el vertical, con la diferencia de que son siempre más graduadas é insensibles en la dirección horizontal; de tal manera que la misma capa seguida por un gran tramo manifiesta las modificaciones que acabamos de mencionar, cambiándose de verdaderos conglomerados de grano grueso y mediano en areniscas de diversos granos, que pasando por las psamitas terminan en las pizarras arcillosas.

La consistencia de estas rocas varía de acuerdo con su composición, y por la influencia de la erupción de rocas ígneas, de areniscas cuarzosas muy resistentes que presentan el aspecto de verdaderas cuarcitas pasan á areniscas tiernas bastante desmoronadizas; las pizarras también presentan modificaciones notables en este respecto, pues cambian de pizarras fisiles y hojosas más

ó menos perfectas á pizarras de crucero pizarreño muy imperfecto. El color de estas rocas varía en las areniscas del gris más ó menos claro á diversos tonos del rojo y amarillo, y en las pizarras del gris ceniciento al negro agrisado y negro en la parte inferior y media del complexus de capas, y en la superior, del negro de diversos tonos á los variados é irregulares tintes que remedan perfectamente los colores de las margas irizadas del Keuper.

Dislocaciones.—El conjunto de estas rocas descansa directamente en los granitos en el Estado de Sonora y parte del Estado de Puebla y sobre las pizarras cristalinas en el Distrito de Acatlán del Estado de Puebla y en los de Huajuapan y Tlaxiaco del de Oaxaca. Comunmente se presentan dislocadas con rumbos de N. á S., N.O. á S.E., N.E. á S.O. y E. á O.; siendo los dominantes los de N.O. á S.E. y N.E. á S.O.; los echados son también muy variables; pues se presentan unas veces las capas casi verticales y otras con inclinaciones desde 20° hasta 60° al N.O., S.E., S.O., E., N. y N.E., siendo los echados más frecuentes de 30° á 50° al N.O. ó al S.O.

Este terreno se encuentra, pues, sumamente dislocado y en algunos lugares del Distrito de Huajuapan se le ve formando pliegues cuyas crestas ó ejes corren de N. 20° E. al S.O. Las dislocaciones y trastornos que ha experimentado y de los cuales participan también las formaciones posteriores, han sido originados, ya por fenómenos de presión lateral, fenómenos orogénicos de la República en casi toda su extensión, ya por la aparición de las rocas ígneas posteriores al depósito del terreno de que nos ocupamos y cuya erupción ha ocasionado algunas modificaciones en la manera de ser de las rocas triásicas, jurásicas y cretáceas.

Distribución geográfica.—A consecuencia de fenómenos de erosión de energía bastante considerable y de duración sumamente prolongada, las capas de este terreno han desaparecido casi por completo; no se las encuentra ya sino al estado de verdaderos girones bastante dispersos y de pequeñas dimensiones, que se nos presentan ahora como los únicos testigos de la gran extensión superficial que debieron cubrir en la época de su depósito. Las localidades en que se conoce este terreno son: San Marcial, La Barranca, Los Bronces, San José de Pimas, pertenecientes al Distrito de Hermosillo del Estado de Sonora. En el Estado de Puebla, en el Distrito de Matamoros; en Ahuatlán y Tejaluca; en Tecomatlán, Olamatlán, Ilamacingo, Yetla, Ayuquila, Texcalapa y Santa Cruz el Nuevo del Distrito de Acatlán; en Coatepec y Atolotitlán del Distrito de Tehuacán. En el Estado de Oaxaca se continúa la formación del S. de Puebla y las rocas triásicas se manifiestan en las localidades siguientes: Inmediaciones de Tezoatlán, San Juan Diquiyú, Santa María Yucuquimi, San Andrés Yucuñuti, San Marcos del Distrito de Huajuapan; en Pata de Cabra, Yucutiucu y Agua Salada del Distrito de Tlaxiaco; en las inmediaciones de Mixtepec del de Juxtlahuaca.

El Sr. Prof. Bárcena en su Tratado de Geología, dice en la pág. 321: "Ultimamente el Sr. Ing. D. Pedro Sentíes nos mostró una colección de fósiles procedentes de la Encantada, Cantón de Aldama, Estado de Chihuahua. En-

contramos entre esos fósiles al género Ceratites característico del Triásico y vemos especies como la Gryphea carinata del Jurásico. Existen pues en aquella localidad rocas de los dos primeros períodos del Mesozoico." A pesar de esta respetabilísima afirmación nosotros hemos considerado la sierra de la Encantada como compuesta de calizas cretáceas fosilíferas, cuyos fósiles corresponden á la serie Comanche del Cretáceo de las Estados Unidos. Los fósiles que nosotros hemos visto en la pequeña colección formada por el Sr. Sentíes son: Ostrea (Alectryonia) carinata Lamark, Exogyra Texana Roemer, Gryphea Pitcheri Morton, Gryphea forniculata White, Arcopagia Texana Roemer, Cardium (Protocardia) hillana Sowerby, Cardita eminula Conrad y Buchiceras (Sphenodiscus) pedernalis (von Buch), que es una de las formas que por la sencillez relativa de la línea sutural y la semejanza de ésta con la del género Ceratites han sido consideradas como los Ceratites del Cretáceo. Tal vez esta especie que vimos con alguna abundancia en la colección del Sr. Senties de que hace mención el Sr. Profesor Bárcena, fué la que lo indujo á considerar las rocas de la Encantada como triásicas. Ojalá y estemos en un error y no sean estas las formas á que se refiere el Sr. Bárcena y resulte cierta la existencia del Triásico marino que hasta ahora nos es completamente desconocido en México.

Posición.—Las rocas triásicas se presentan de diversos modos: en unos lugares ocupan la parte superior de colinas y cerros de poca elevación, descansando en las pizarras cristalinas ó granitos, pegmatitas, etc., etc, sin estar cubiertas por rocas sedimentarias modernas; en otros lugares, especialmente al S. de Acatlán y cerca de Tezoatlán, se las ve intercaladas entre las pizarras huronianas y las areniscas margosas y pizarras del Jurásico Superior, y finalmente, hay puntos en donde las rocas triásicas están cubiertas unas veces por las capas inferiores del Cretáceo y otras por sedimentos terciarios.

Carácter Paleontológico.—Los fósiles contenidos en estas rocas aunque sumamente abundantes han sido muy poco estudiados y con excepción del trabajo del Prof. J. S. Newberry sobre algunas de las plantas fósiles de Los Bronces, en Sonora, creemos que no hay ningún estudio sobre la flora de este terreno. Enumeraremos simplemente las especies descritas por el Sr. Newberry y algunas otras que hemos tenido oportunidad de colectar, ya en la localidad de la cual recibió sus ejemplares el Prof. Newberry, ya en otras de las que hemos mencionado al tratar de la distribución geográfica de esta formación.

Mertensides bullatus (*Bunbury*)
Asterotheca Whitneyi (*Newberry*)
" Virginiensis *Fontaine*
Asplenium (Cladophlebis) mexicanum (*Newberry*)
Lacopteris Emmonsi *Fontaine*
Lacopteris af. Münsteri *Schenk*
Andriania af. baruthina *Bru.*

Macroptæniopteris elegans (*Newberry*)
,, magnifolia (*Newberry*)
Gangamopteris americanus *Newberry*
Camptopteris Remondi *Newberry*
Equisetum af. Münsteri
Podozamites? crassifolia (*Newberry*)
Zamites occidentales (*Newberry*)
Otozamites Macombi *Newberry*
Ctenophyllum Emmonsi *Newberry*
Dioonites af. rigidus (*Andr.*)
Pterophyllum delicatulum *Newberry*
,, fragile *Newberry*
Pterophyllum robustum *Newberry no Emmons*
Nilsonia polymorpha *Schenk*
Sphenozamites Rogiersianus *Fontaine*
Baiera radiata *Newberry*
Palissya af. Carolinensis *Fontaine.*

Criaderos Minerales.—En todos los puntos del país en donde se encuentran descubiertas ó afloran las cabezas de las capas de las rocas de este piso, presentan capas de carbón de espesor y calidad muy variables; unas veces las capas de carbón tienen unos cuantos milímetros de grueso y alcanzan apenas á teñir de color negro las areniscas y pizarras en que vienen intercaladas, dando á las pizarras el aspecto bituminoso de calidad muy inferior, completamente inadecuadas para recibir aplicación industrial alguna; esta es la manera como mas frecuentemente se encuentra el carbón de piedra, especialmente al S. de Puebla y N. de Oaxaca. Otras veces el carbón viene formando capas cuya potencia varía entre algunos centímetros y 1 ó 2 metros; así se presenta en los criaderos de Sonora y en algunos lugares del S. de Puebla.

La calidad del carbón varía de carbón bituminoso, hulla de distintas clases á hulla antracitosa ó antracita metafórfica y grafita, también debida á metamorfismo. La primera clase de carbón es la que se encuentra en los criaderos de los Estados de Puebla y Oaxaca; y las dos últimas en Sonora, en donde la aparición de dioritas, diabasas y particularmente andesitas hornbléndicas ha trastornado los depósitos sedimentarios del Keuper produciendo el cambio cerca de la zona de contacto de estas rocas ígneas de la hulla en antracita y grafita.

Criaderos de fierro.—La hematita, pasando por diversos grados de alteración que terminan en ocres de fierro y arcillas más ó menos ferruginosas, se encuentra en capas intercaladas entre las rocas keuperianas y más comúnmente asociadas á las capas de pizarras. Estas capas de mineral de fierro son muy numerosas y están compuestas, como acabamos de decir, principalmente de los dos sexquióxidos, pero encierran también la esferosiderita común y arcillosa á que se da el nombre de fierro carbonatado litoide; y constituyen

capas de nódulos de marcha irregular que deben referirse á la distribución de los nódulos en grandes lentes. El tipo de capas de fierro carbonatado cristalino ó litoide de Von Groddeck está perfectamente caracterizado en estas capas. Estos nódulos ferruginosos tienen una riqueza muy inconstante, los mas ricos dan de 45 á 62 por ciento de fierro según su pureza.

Criaderos Argentíferos.—En las rocas triásicas se encuentran también vetas de minerales argentíferos bastante ricas, situadas cerca de las andesitas de hornblenda y otras rocas ígneas terciarias cuya aparición ha venido á producir el agrietamiento y relleno de estas fracturas, con dirección media dominante de N.O.–S.E., que está perfectamente en concordancia con la dirección de las líneas de menor resistencia que permitieron la salida de las rocas ígneas terciarias. Citaremos solamente la veta de "Mina Grande" cerca de San Marcial, que está casi en el contacto de la andesita de piroxena que forma la falda del cerro de "La Lista Blanca" y las pizarras y areniscas triásicas, que contienen capas explotables de hulla antracitosa de excelente calidad y la veta de Tarumare, en el Mineral de La Barranca, que corta dos capas de carbón de suprema calidad á 60 metros de la superficie la primera y la segunda á 106. Esta veta dista de los picachos andesíticos de los alrededores, unos 2 kilómetros poco más ó ménos.

Materiales de Construcción y Productos Diversos.—A consecuencia de las varias erupciones de rocas ígneas posteriores al depósito de las rocas triásicas, estas han sufrido en algunos tramos modificaciones más ó menos profundas en su estructura y composición: así, la arenisca cuarzosa de diversos granos que alterna con las capas de pizarra arcillosa ha experimentado un principio de fusión digamos, que ha venido á cementar más enérgicamente los granos de cuarzo, dándole un aspecto cristalino, asemejándose á veces á una verdadera cuarcita.

Esta arenisca por su dureza, la finura de su grano, el color y su gran resistencia á la acción de los agentes atmosféricos, prestaría un grandísimo servicio para las construcciones, en donde se podría utilizar en escaleras, mochetas, sardineles, etc. También se la podría emplear en la construcción de mollejones, muelas de molino, etc., buscando las que tienen el grano de tamaño conveniente para esas aplicaciones.

Algunas capas de pizarra arcillosa en que la arcilla no tiene mucha cohesión proporcionan una arcilla refractaria bastante buena que se puede utilizar para la fabricación de crisoles, ladrillos refractarios y comunes y para todas las demás aplicaciones que tiene la arcilla plástica.

Además de esta arcilla común se encuentra cerca de las capas de carbón transformadas en grafita, un kaolín de muy buena clase, que proviene de la ligera modificación que por metamorfismo sufrieron las capas de pizarra arcillosa no carbonada y quizá también una parte de estos últimos.

En estas capas se han formado por acción de metamorfismo cristales abundantes de chiastolita, producto de la cristalización del silicato de alúmina que empezó por segregarse del resto de la masa de las pizarras, y al cristalizar

aprisionó partículas de materia carbonosa, tal vez arcilla impura impregnada de carbón, que es la que dispuesta simétricamente y con perfecta regularidad da á las secciones de este mineral el aspecto peculiar que le caracteriza, que como acabamos de decir depende de la ordenación que las partículas carbonosas interpuestas han recibido en los momentos de la cristalización del mineral.

Sistema Jurásico.—Este sistema está muy poco conocido en el país y generalmente pasa desapercibido por encontrarse directamente debajo y en estratificación concordante con el Cretáceo, de tal manera que si no se atiende á sus fósiles se le confunde con la base del Cretáceo.

Naturaleza de las Rocas.—En todos los lugares en que he tenido oportunidad de encontrar el Jurásico lo he visto formado de rocas apizarradas arcillo-margosas y areniscas margosas de diversos granos, éstas cubiertas por pizarras calcáreo-margosas y finalmente por pizarras calizas que hacen el paso al Cretáceo; siendo imposible sin la ayuda de los fósiles marcar el límite entre los dos sistemas, tan gradual é insensible es el paso entre los dos. La consistencia de estas rocas es bastante débil y son por lo general desmoronadizas é imperfectamente apizarradas, sin crucero pizarreño manifiesto, y hojeándose solamente en lajas. El color varía del gris de diversos tonos al amarillo más ó menos sucio y al violado; cuando la proporción de carbonato de cal es bastante considerable, la roca tira al color gris negruzco y azulado que presentan comúnmente las calizas cretáceas.

Posición.—Las pizarras y areniscas del Jurásico Superior se hallan intercaladas comunmente entre las pizarras arcillosas (filades satinadas) y el Cretáceo Inferior; también se encuentran descansando en las rocas triásicas en algunos lugares, mientras que en otros se apoyan en las pizarras y filades del terreno Primitivo, pero siempre cubiertas por las calizas cretáceas. El Jurásico íntimamente unido al Cretáceo ha participado de todos los trastornos y modificaciones que este último ha sufrido.

Distribución Geográfica.—Los reducidos afloramientos del Jurásico se encuentran bastante dispersos, notándose su abundancia á la vez que su aumento en potencia hacia el S. del país; los lugares conocidos son: El Gallo, Durango; Mazapil y Noria de Angeles, Zacatecas; Catorce, San Luis Potosí; Jalpan, Querétaro; Xochitlán, Distrito de Zacapoaxtla, Tetela del Oro; S. José Chapultepec, Distrito de Acatlán; La Trinidad, Hulacapixtla y Acahuales en Huauchinango; en los Distritos de Huajuapam, Tlaxiaco y Justlahuaca en Oaxaca; Cañón del Chueco, Mier y Noriega, Nuevo León.

Los Sres. Dolfuss y Monserrat en sus trabajos publicados en los "Archives de la Mission Scientifique du Mexique," refieren al Jurásico las calizas cretáceas que tuvieron oportunidad de estudiar. La escasez de fósiles característica de estas calizas y la grandísima semejanza que dichos observadores encontraron entre ellas y las calizas del Jura, hicieron que las consideraran como equivalentes de las calizas de las montañas del Jura, pertenecientes al sistema Jurásico.

Estudios detenidos de las formaciones visitadas por estos hábiles exploradores, me permiten considerar dichas formaciones como del período Cretáceo, y la mayor parte de ellas, si no todas, pertenecientes á la división que designamos como Cretáceo Medio, que como tendremos ocasión de indicar adelante, es de las divisiones del Cretáceo la más abundante á la par que la más interesante en México.

Carácter paleontológico.—La fauna de este período parece ser bastante abundante pero por desgracia todavía muy poco estudiada; las formas que se conocen son;

Spongiæ.

Stellispongia bernensis [*Etallon*].

Echinodermata.

Millericrinus polyclonos *Felix.*
Cidaris submarginata *Felix.*
Acrocidaris nobilis *Agassiz.*

Vermes.

Serpula gordialis *Schlotheim.*
Id. tricarinata *Goldfuss.*

Brachiopoda.

Rynchonella lacunosa [*Quenstedt*].
Id. íd. var. Arolica *Oppel.*
Id. íd. af. Zieteni de *Loriol.*
Id. íd. af. Monsalvensis *Gillieron.*
Terebratula Repellini *d'Orbigny.*
Id. Dorembergi *Felix.*
Waldheimia Catorcensis *Castillo y Aguilera.*

Lamellibranchiata.

Gryphea Mexicana *Felix.*
Id. calceola Nebrascensis *Meck and Hayden.*
Exogyra ptychodes *Felix.*
Id. spiralis *Goldfuss.*
Id. subplicifera *Felix.*
Lima comatulicosta *Felix.*
Trigonia Sologureni *Felix.*
Astarte microphyes *Felix*
Lucina Cœtoi *Castillo y Aguilera.*
Cyprimeria (?) Mexicana *Castillo y Aguilera.*
Goniomya Calerdoni *Castillo y Aguilera.*
Pleoromya inconstans *Castillo y Aguilera.*

Gastropoda.

Vermetus (Burtinella) Cornejoi *Castillo y Aguilera.*

Cephalopoda.

Nautilus Burkarti *Castillo y Aguilera.*
Rhacophyllites Calderoni *Castillo y Aguilera.*
Id. (?) disputabile *Caslillo y Aguilera.*
Id. (?) Alamitosensis *Castillo y Aguilera.*
Arietites James-Danæ *Bárcena.*
Haploceras carinata *Castillo y Aguilera.*
Id. Mazapilensis *Castillo y Aguilera.*
Id. Catorcensis *Castillo y Aguilera.*
Stephanoceras paucicostatus *Felix.*
Perisphinctes Alamitosensis *Castillo y Aguilera.*
Id. Dolfussi *Castillo y Aguilera.*
Id. Monserrati *Castillo y Aguilera.*
Id. af. Balderus *Oppel.*
Id. colubrinus *Reinecke.*
Id. Mazapilensis *Castillo y Aguilera.*
Id. transitorius *Oppel.*
Id. Felixi *Castillo y Aguilera.*
Id. planula *Hehl*
Id. Lauri *Castillo y Aguilera.*
Id. phlicatilis *Sowerby.*
Id. Lenki *Castillo y Aguilera.*
Id. biplex (?) *Sowerby.*
Id. pouzinensis Toucas fide *Bayle.*
Id. potosinus *Castillo y Aguilera.*
Id. flexicostatus *Castillo y Aguilera.*
Olcostephanus af. Portlandicus de *Loriol.*
Hoplites calixto var.
Id. Cohglani *Castillo y Aguilera.*
Id. Heilprini *Castillo y Aguilera.*
Id. exceptionalis *Castillo y Aguilera.*
Aspidoceras Alamitosensis *Castillo y Aguilera.*
Aptychus Mexicanus *Castillo y Aguilera.*
Belemnites af. Puzosi *d'Orbigny.*
Id. af. obeliscus *Phillips.*

La pequeña lista de fósiles que precede indica que si bien son más abundantes los fósiles del Jurásico Superior, se encuentran también algunos pertenecientes á pisos más antiguos, así vemos los Arietites y las Œgoceras (Microderoceras), indicando la existencia del Liásico Inferior, las Stephanoceras (Macrocephalites) el Jurásico Medio.

Criaderos minerales—En la parte superior del Jurásico, en la zona de pizarras calizas que establecen el paso del Jurásico al Cretáceo, se han encontrado criaderos auro-argentíferos muy ricos y demasiado interesantes por su naturaleza. En Tetela del Oro, Estado de Puebla, se han explotado ya estos criaderos. El tipo es aparentemente el de "Capas estratificadas de Von Croddeck." Los minerales son rhodonita var. bustamantita, rhodocrocita, wad, psilomelan, chalcopirita, rosicler, pirita aurífera, blenda parda y negra y galena argentífera de grano fino, con pegaduras de azurita y malaquita por la alteración de la chalcopirita.

Materiales de construcción y productos diversos.—La naturaleza de las rocas jurásicas no permite que reciban variadas aplicaciones en la construcción; pues se recordará que son muy arcillosas, margosas y desmoronadizas, y sólo las pizarras calizas y calizas apizarradas podrían utilizarse, las primeras para techos, aunque no son de muy buena clase para este uso, y las segundas para rellenos, muros de piedra y fabricación de cal, que por la proporción de arcilla que contiene la caliza produce una cal ligera ó medianamente hidráulica, muy buena para construcciones en climas húmedos, pero que no puede emplearse para construcciones levantadas en pantanos, etc., es decir, que no siendo cal propiamente hidráulica no puede emplearse como tal.

Sistema Cretáceo.—Los depósitos cretáceos, comprendiendo numerosos horizontes y con una potencia muy considerable, ocupan una extensión sumamente grande; se encuentran diseminados sobre la mayor parte de nuestro territorio desde las riberas del Bravo al N. hasta la línea divisoria entre México y Guatemala al S., y desde el Golfo de México al Ocáano Pacífico. [1]

Considerados bajo el doble punto de vista petrográfico y paleontológico, pueden dividirse en tres grandes subdivisiones, á las cuales corresponderían con toda propiedad las denominaciones de Cretáceo Inferior, Medio y Superior. Cada una de estas tres divisiones está compuesta de grupos poderosos de estratos que ocupan una extensión considerable y cuyas rocas son de naturaleza muy diferente, si bien es cierto que en los límites se observan transiciones perfectamente graduadas que hacen insensible el paso de una formación á otra.

El Cretáceo Inferior está compuesto de pizarras arcillosas, pizarras margosas, areniscas calcáreas y areniscas margosas de color verde más ó menos resistentes y que alternan en capas de distintos granos y resistencia, cubiertas por pizarras arcillosas de colores abigarrados. Estas areniscas (lo mismo que las areniscas calcáreas que por tramos y con cierta inconstancia ó falta de regularidad se encuentran entre las dos intercaladas) se encuentran comunmente atravesadas por fracturas, debidas á contracciones por desecación, que subdividen su masa en poliedros más ó menos regulares, que generalmente tienden á afectar la forma de prismas de base rómbica, lo cual unido á la presencia de una subslancia verde, producto de alteración de elementos

1. Véase la Carta Geológica que se acompaña.

ferromagnesianos tomados de las dioritas, granitos hornbléndicos, cloritapizarras, etc., preexistentes, les dan una grandísima semejanza con las areniscas verdes glauconiosas del Quadersandstein de Sajonia. Bohemia y Silesia, llamadas creta glauconiosa en Normandía; pero que indudablemente en nuestro país representan más bien la arenisca verde inferior, como tendremos oportunidad de probar en otro opúsculo destinado á este objeto.

El color dominante de estas rocas es: para las pizarras arcillosas el gris ceniciento que varía á negro agrisado; para las areniscas de cemento calcáreo varios tonos del gris al amarillo más ó menos sucio; para las areniscas y pizarras glauconiosas el verde de diversos tonos, y para las pizarras arcillosas superiores el pardo rojizo, el gris azulado y el pardo amarillento y verdoso.

El orden de sobreposición de estas rocas es el siguiente: empezando por la base: 1 pizarras arcillosas más ó menos cargadas de carbonato de cal en la parte superior; 2, areniscas de cemento calizo ó areniscas calcáreas que alternan al principio con las pizarras arcillosas con poca frecuencia y después muy frecuentemente; 3, areniscas margosas verdes de diversos granos y de resistencia variable que algunas veces alternan con las areniscas anteriores; 4, pizarras arcillosas de colores abigarrados, muy inconstantes, unas veces forman un grupo poderoso que establece á través de pizarras margoso-calcáreas el paso á las calizas y otras veces el paso se verifica directamente de las areniscas á las pizarras calizas y de éstas á las calizas compactas del Cretáceo Medio.

Posición.—El Cretáceo Inferior descansa en las rocas primitivas unas veces y otras se apoya en las rocas del Jurásico Superior; siempre viene cubierto por el grupo de calizas compactas fosilíferas del Cretáceo Medio, siendo muy cortos los tramos en que se ve enteramente descubierto; y esto debido á la accción erosiva de las aguas en movimiento que han destruído las rocas que se le sobrepusieron directamente.

Distribución Geográfica.—El Cretáceo Inferior se encuentra perfectamente caracterizado en el S. de Puebla en el Distrito de Tehuacán, Municipalidad de Zapotitlán y en el N. de Oaxaca en el Distrito de Tlaxiaco; en algunos puntos de los Estados de Colima, Jalisco, Sonora y Tamaulipas.

Dislocaciones.—Las rocas infracretáceas se presentan en la actualidad dislocadas en algunos puntos, y en otros plegadas y dislocadas. Así, en el Distrito de Tehuacán se ven estas capas con rumbo de 25° N.O. que varía á 35° N.O. y con inclinación dominante de 63° al S.O., aunque hay lugares en que tiene 20°, 40° y en algunos casos son completamente verticales. El echado dominante es al S.O. pero no es constante por haber una región en la cual las capas están plegadas, formando pliegues de poca altura en los cuales, como es natural, el echado varía alternativamente en cada pliegue; la dirección natural de las crestas de los pliegues es de 25° N.O.

Posición.—Este grupo descansa sobre las rocas primitivas del Distrito de Acatlán, como se ve perfectamente en la barranca de Santo Domingo Tian-

guistengo, pueblo del Distrito de Huajuapan, del Estado de Oaxaca, que se interna en el S. de Puebla entre los Distritos de Tehuacán y Acatlán.

Cretáceo Medio.—Las rocas del Cretáceo Medio son: calizas compactas generalmente de color gris ceniciento, azulado y negruzco, comunmente dispuestas en estratos muy gruesos y acompañadas siempre de nódulos y riñones de pedernal distribuídos paralelamente á las capas, formando ya lentes aplanadas intercaladas entre los bancos de caliza, ya cintas más ó menos gruesas, perfectamente regulares y con frecuencia muy numerosas. La caliza es, en muchos casos, magnesiana, pero no constituye en lo general verdadera dolomia.

Estas calizas son sumamente ricas en fósiles que se encuentran empotrados en su masa de donde es muy difícil extraerlos; pero en la roca desgastada se presentan en secciones en toda dirección produciendo figuras que contrastan por su color con el general de la roca, y la mayor parte de las veces por su grano, pues la masa de los fósiles está formada por espato calizo.

Las calizas son casi siempre fétidas, es decir, que desprenden un olor fétido cuando se les frota ó golpea. Contienen comúnmente arcilla, en proporción variable, que cuando empieza á hacerse sensible, da á la roca la estructura pizarreña imperfecta, que permite dividirla en lajas y baldosas así como en hojas gruesas de pizarra.

A consecuencia del metamorfismo producido por las erupciones de rocas ígneas posteriores al depósito de las calizas al ser atravesadas por dichas rocas, se han transformado de calizas compactas en calizas granudas de diferentes granos, originándose así mármoles más ó menos finos. Cuando la acción metamorfizadora no se ha ejercido con bastante energía para la transformación en caliza cristalina, la roca tiene generalmente el aspecto de una roca más compacta de color amarillento, vidriosa, que presenta fractura concoidea en lo general y astillosa fina en lo particular.

Además de las calizas, se presentan pizarras arcillosas que ocupan la base del grupo que referimos al Cretáceo Medio; estas pizarras establecen el paso al Jurásico Superior, y en la parte inferior de la división de que nos ocupamos alternan con pizarras calcáreas y margosas, pero no se presentan comunmente en la parte media y faltan por completo en el tercio superior del Cretáceo Medio.

Distribución Geográfica.—Estas son las rocas cretáceas más comunes en México y se encuentran repartidas en todo el país, como hemos dicho ya al hablar en general del Sistema Cretáceo; apenas habrá Estado en la República en donde no se presenten ocupando extensiones de más ó menos importancia. En la parte N. y E. de la República, estas rocas predominan de una manera absoluta; y la Sierra Madre Oriental está en su mayor parte casi exclusivamente formada por ellas; no sucede lo mismo en la parte occidental á donde forman sierras y cordilleras de alguna importancia como elementos constitutivos de la Sierra Madre del Pacífico. Se encuentran estas calizas sobre la mesa central, en sus vertientes O., E. y S. y esto nos demuestra que

los Océanos Atlántico y Pacífico se comunicaban cuando se verificaba el depósito de estas calizas del Cretáceo Medio Mexicano.

Dislocaciones.—Esta es la división del Cretáceo que ha sufrido mayor número de dislocaciones, unas de carácter general porque afectan á todo el país, son debidas á movimientos orogénicos que iniciaron el levantamiento de casi todas nuestras líneas de relieve y la emersión de toda la superficie de nuestro territorio del seno de los mares cretáceos. A consecuencia de estos movimientos, se presentan hoy las calizas cretáceas formando arrugas ó sierras compuestas de pliegues de diversas dimensiones, pero cuya dirección es comunmente la misma ó muy vecina de la de las capas levantadas que enseñan á descubierto sus cabezas. La dirección más frecuente, tanto para las capas levantadas como para las crestas de las capas plegadas, es de N.O. á S.E. con ligeras oscilaciones, entre 25° y 45°, los echados respectivamente al N.E. y S.O. varían mucho y los hay desde 5° á 10° hasta enteramente verticales. Raras veces y debido á la influencia de fenómenos locales, como la aparición de rocas ígneas posteriores á las calizas, estas se presentan en capas orientadas de E. á O. con echado al N. ó S. Casi nunca se encuentra en capas horizontales de extensión considerable.

Posición.—Las pizarras calizas compactas del Cretáceo Medio se apoyan en el Cretáceo Inferior, ya en el Jurásico Superior, ó ya finalmente en el Triásico Superior; se encuentran comunmente descubiertas, pero hay muchos lugares en que por cortos tramos se las ve cubiertas, según el caso, por conglomerados de cantos calizos del Plioceno, por brechas y conglomerados volcánicos, por margas apizarradas verdosas del Cretáceo Superior y por margas yesíferas pliocénicas.

Cretáceo Superior.—A esta división referimos formaciones que hasta hoy sólo hemos visto en el N.E. de México y muy particularmente en una gran porción de la cuenca del Río Bravo. Las rocas son areniscas de grano mediano y fino, de colores gris claro, pardo rojizo obscuro de tonos amarillentos más ó menos sucios, que alternan con pizarras arcillosas de color gris, gris negruzco y negro, que pasan á pizarras margosas más ó menos calcáreas. Las areniscas y las pizarras son en lo general desmoronadizas pero algunas son bastante resistentes; las pizarras tienden á la desintegración propia de las margas.

Dislocaciones.—Las rocas del Cretáceo Superior no han sufrido la serie de dislocaciones y vicisitudes por que han tenido que atravesar las demás rocas del Sistema Cretáceo y se encuentran hoy en algunos puntos en posición casi horizontal, que recuerda la manera de ser de su posición primitiva, y en posiciones ligeramente desviadas de la horizontal, que nos dicen que después de haber sido depositadas, apenas participaron de las últimas ondulaciones que acentuaban de una manera definitiva los rasgos característicos de la fisonomía de nuestro país á fines del Terciario. Las capas tienen en San Felipe el Hondo, en el Río Sabinas, una inclinación de 3° á 5° al S.E. y puede decirse que forman ligeras ondulaciones ó sea pliegues muy abiertos y de pe-

queña elevación. En el lomerío de Peyotes las capas son casi horizontales y en arroyo del Tulillo las margas amarillentas y negruzcas con alternancias de areniscas margosas del Laramie tienen una dirección de 20° N.E. con un echado de 15° al S.E.

Posición.—Los estratos del Cretáceo Superior descansan directamente sobre las calizas compactas del Cretáceo Medio; que ya completamente emergidas en unos puntos y en otros en vía de emersión servían para limitar las aguas salobres en que se depositaban estos sedimentos.

Distribución Geográfica.—De una manera general se puede asignar á esta división del Cretáceo la gran fracción de la cuenca del Bravo desde cerca del Presidio del Norte hasta Piedras Negras, teniendo una anchura variable entre 20 y 80 leguas. Se extiende además, en los Estados de Taumalipas, Coahuila y Nuevo León en su porción vecina al N. La exacta extensión de esta interesantísima subdivisión del Cretáceo no está todavía perfectamente conocida; es casi seguro que una gran parte de las areniscas y pizarras desmoronadizas de la costa del Golfo, destituídas de fósiles y en las cuales viene la albertita, grahamita y asfalto, así como algunos criaderos de petróleo, del cual estos se han derivado por oxidación, pertenecen al Cretáceo Superior, si bien es posible que algunas de estas rocas sean del Eoceno, pero nada se puede asegurar todavía dada la imperfección de nuestros conocimientos acerca de la geología de esta vasta región.

Erupciones.—Los sedimentos cretáceos se encuentran frecuentemente cortados por rocas ígneas de diferente naturaleza, y cuya emisión ha tenido lugar en épocas geológicas diversas, siendo la mayor parte de ellas terciarias, otras de edad cuaternaria perfectamente definida y algunas de edad no bien determinada, pero cuya máxima antigüedad no puede llevarse más allá del Cretáceo Superior y que probablemente hicieron su erupción al principio del Terciario.

Referimos á esta categoría las dioritas andesíticas cuarcíferas, syenitas hornbléndicas, granulitas, diabasas y pórfidos petrosilizosos que en muchos lugares se las ve cortar, metamorfizándola generalmente en mayor ó menor grado á la caliza cretácea de la división media, sin que hasta ahora hayamos tenido oportunidad de encontrarlas cortando á las rocas de la división superior. Las dioritas andesíticas cortan al Cretáceo Medio en la sierra de San Carlos en Tamaulipas; en la Barranca de Zomelahuacán en Veracruz. La diorita cuarcífera atraviesa el Cretáceo Medio en el cerro Mercado, cerca de Monclova en Coahuila; en Zimapán, Hidalgo; en el Pico de Teyra, Zacatecas, en donde á la vez corta al Jurásico Superior y al Cretáceo que están íntimamente unidos. La granulita se ve cerca de Matehuala en San Luis Potosí; en Hermosillo, Sonora; en la Sierra de Peñoles, Chihuahua, en donde se presenta acompañada de microclina, etc., y finalmente el pórfido petrosilizoso en la Sierra de Catorce se encuentra formando diques que cortan á las areniscas jurásicas y á las calizas cretáceas.

Carácter Paleontológico.—La fauna de este Sistema es sumamente rica, muy

abundante y comprende numerosas familias; los Rhizópodos, los Anthozoarios y los Moluscos están muy bien representados; las especies descritas y más interesantes son las siguientes:

Rhizópoda.

Nodosarina (Cristellaria?) Songuantlœ (*Nyst* y *Galeotti*)
Nodosaria texana *Conrad*
Patellina texana (*Rœmer*)
Numulina sp.?

Anthozoa.

Porites sp.?
Thamnarœa holmoides *Felix*
Polyphylloseris polymorpha *Felix*
Thamnastrœa Xipei *Felix*
Id. Barcenai *Felix*
Id. cf. stricta *Fromentel*
Id. Tenochi *Felix*
Id. Crespoi *Felix*
Id. pedunculata de *Fromentel* [1]
Trochoseris sinuosa de *Fromentel* [1]
Masthophyllia conophora *Felix*.
Cyathoseris petalophyes *Felix*.
Siderofungia *Zitteli Felix*.
Id. irregularis *Felix*.
Thamnoseris arborescens *Felix*.
Calamophyllia Sandbergeri *Felix*.
Cladophyllia Miroi *Felix*.
Hydnophyllia Wollheimi *Felix*.
Latimeandra Steini *Felix*.
Id. Sauteri *Felix*.
Id. Montezumæ *Felix*.
Id. Tulœ *Felix*.
Latusastrœa polygonalis *Fromentel*.
Id. provincialis *D'Orbigny*.
Eugyra neocomiensis de *Fromentel*.
Id. Cotteaui de *Fromentel*.
Cyatophora atempa *Felix*.

1 Estas dos especies neocomianas citadas por el Sr. Ingeniero Don Manuel Urquiza en su exploración del Distrito de Coalcomán, Estado de Michoacán, aunque algo parecidas á las especies descritas por de Fromentel, son especies distintas, á juzgar por los dibujos que da el Sr. Urquiza, si bien es cierto que dichos dibujos no son muy buenos y que dejan la duda de si las dos especies pertenecen á dos géneros diferentes ó al mismo género. En todo caso no son las especies designadas por el Sr. Urquiza.

Cryptocoenia neocomiensis *D'Orbigny.*
Cryptocoenia micrommatos *Felix.*
Phyllocoenia cyclops *Felix.*
Id. nannodes *Felix.*
Dendrogyra Mariscali *Felix.*
Astrocoenia globosa de (*Fromentel*)
Stylophora tehuacanensis *Felix*
Prohelia anomalos *Felix*
Turbinolia texana *Conrad*
Heliastrœa sp.
Smilotrochus sp.?

Echinoidea.

Salenia prestensis *Desor.*
Id. mexicana *Schlut.*
Cidaris Galeotti *Desor.*
Pseudocidaris Saussurei *de Loriol.*
Pseudodiadema (Diplopodia) Malbosi? *Desor.*
Cyphosoma texana *Roemer.*
Id. aquitanicum *Cotteau.*
Holectipus Castilloi *Cotteau.*
Lanieria Lanieri (*D'Orbigny*).
Pyrina Parryi *Hall.*
Toxaster elegans *Schumard.*
Epiastar texanus *Roemer.*
Enallaster mexicanus *Cotteau.*
Id. Delgadoi *de Loriol.*
Hemiaster texanus *Roemer.*
Micraster sp?
Linthia sp.?
Ananchytes sulcatus? *Goldfuss.*
Macropneustes sp?

Vermes.

Serapula gordialis serpentina *Goldfuss.*
Id. sp?

Lamellibranchiata.

Ostrea multilirata *Conrad.*
Id. acuticosta *Nyst y Galeotti.*
Id. cortex *Conrad.*
Id. similis *Nyst y Galeotti.*

Ostrea virgula *Bárcena no Defrance.*[1]
Id. (Alectryonia) carinata *Lamarck.*
Id. glabra *Meek and Hayden.*
Id. crenulimargo *Rœmer.*
Id. bella *Conrad.*
Id. diluviana *Lamarck.*
Id. anomiœformis *Rœmer.*[2]
Gryphœa Navia *Conrad.*
Id. mucronata *Gabb.*
Id. Pitcheri *Morton.*
Id. vesicularis *Lamarck.*
Exogyra Patheroni *d'Orbigny.*
Id. texana *Rœmer.*
Id. arietina *Rœmer.*
Id. drakei *Cragin.*
Id. forniculata *Say.*
Id. ponderosa *Rœmer.*
Id. potosina *Castillo y Aguilera.*
Id. costata *Say.*
Id. flabelata (*Goldfuss*).
Anomia argentaria *Morton.*
Id. micronema *Meek.*
Plicatula incongrua *Conrad.*
Lima Kimballi *Gabb.*
Id. Wacœnsis *Rœmer.*
Vola texana *Rœmer.*
Id. atava (*Rœmer*).

1 Esta es una mala determinación que motivó que la Gryphea Pitcheri Morton, que es abundante en el Cretáceo Medio mexicano, fuese referida á una formación del Jurásico Superior del piso Titónico, denominada Exogyra virgula Defrance, que, por su constancia y abundancia, caracteriza á las arcillas de la base del Titónico.

2 El Sr. Ing. D. Santiago Ramírez en su informe que, como resultado de su exploración en la Sierra Mojada, rinde al Ministerio de Fomento, en las pág. 655 á 657 y láms. I, II, III y IV de los Anales del Ministerio de Fomento, tom. III, 1880, cita las especies fósiles siguientes: Hippurites mexicana Bárcena, en muy mal estado de conservación pero que probablemente es la especie indicada: Posidonomia é Inoceramus sin determinar las especies, todas parecen ser Inoceramus y la figura de la izquierda del número 2 recuerda algunas formas de Ostrea anomiæformis Roemer, pero es muy difícil decidir con sólo esta figura; un fragmento indeterminable que refiere al Hinnites; otro fragmento en iguales condiciones que el anterior que refiere al género Pernites; el Ammonites inflatus Sowerby es probablemente la Sholoenbachia inflata (Sowerby); en cuanto á la Ammonites planicosta es muy difícil hacer una identificación por el estado del ejemplar. Con el nombre de Pterodonta inflata d'Orbigny designa las figuras 8, 9, 10 y 11, de las cuales las dos primeras se asemejan mucho á la Tylostoma princeps White, de la que no serían sino una variedad si acaso no son idénticas, pues las figuras representan moldes algo desgastados; en cuanto á las figuras 10 y 11 deben referirse á la especie Tylostoma elevata Schumard, finalmente á la figura 12 la denomina Crepidulidea; en nuestro concepto es un individuo joven de la Globiconcha planata Roemer.

Vola tricostata.
Id. occidentalis *Conrad.*
Id. Rœmeri *Hill.*
Posidonomya cretácea *Felix.*
Aucella Brooni *Rouiller.*
Id. „ var. lata *Trautschold.*
Id. Pallasi *Keiserling.*
Id. íd. var. plicata *Keiserling.*
Id. íd. var. tenuistriata *Keiserling.*
Id. Volgensis *Lahusen.*
Id. Fischeriana *d'Orbigny.*
Id. af. piriformis *Lahusen.*
Id. terebratuloides *Trautschold.*
Inoceramus Vanuxemi *Meek and Hayden.*
Id. Cumminsi *Cragin.*
Id. Cripsii *Mantell.*
Id. íd. subcompresus *Meek and Hayden.*
Id. Simpsoni *Meek.*
Id. Montezumæ *Felix.*
Id. Baranini *Morton.*
Id. confertimannulatus *Rœmer.*
Id. Texanus *Conrad.*
Id. problematicus? *Schlotheim.*
Dimya subrotunda *Felix.*
Modiola (Brachydontes) regularis *White.*
Pinna Brewerii *Gabb.*
Id. laqueata *Conrad.*
Nucula cancellata *Meek and Hayden.*
Id. slackiana? *Gabb.*
Cucullæa (Trigonarca) inermis *Gabb.*
Trigonia crenulata *Lamarck.*
Id. Emoryi *Conrad.*
Id. Mooreana *Gabb.*
Id. plicatocostata *Nyst et Galeotti.*
Remondia furcata *Gabb.*
Cardita arivechensis *Heilprim.*
Id. eminula *Conrad.*
Gouldia Conradi *Whifield.*
Requienia patagiata *White.*
Id. texana *Rœmer.*
Monopleura Tulæ *Felix.*
Id. Otomitli *Felix.*
Id. Votani *Felix.*
Anodontopleura speciosa *Felix.*

Caprina texana *Rœmer*.
Caprinula crassifibra *Rœmer*.
Coralliochama Orcutti *White*.
Ichthyosarcolites sp?
Sauvagesia texana (*Rœmer*).
Hippurites bioculata? *Damarck*.
Id. mexicana *Bárcena*.
Id.? calamitiforme *Bárcena*.[1]
Radiolites Mendozæ *Bárcena*.
Id. foliacea? *Urquiza*.[1]
Id. turbinata *Urquiza*.[1]
Id. austinensis.
Sphœrulites sp?
Fimbria cordiformis *d'Orbigny*.
Id. (Sphœriola) sp?
Cardium congestum *Conrad*.
Id. cymotomon *Felix*.
Id. alabamense *Gabb*.
Id. (Eucardium) sabulosum *Gabb*.
Id. (Papyridea) sp?
Protocardia granulifera *Gabb*.
Id. hillana (*Sowerby*).
Corbicula (Leptestes planumbona *Meek*.
Cyprina sp?
Tapes Hilgardi *Shumard*.
Id. sp?
Venus sp?
Meretrix (Aphrodina) tippana? *Conrad*.
Linearia (Arcopagia) texana *Rœmer*.
Solenocurtus sp?

1 Urquiza.—Explor. del Dist. de Coalcoman, figs. 1ª y 2ª La fig. 1ª es la valva superior de una Monopleura ó Plagioptychus (Coralliochama) que no se puede decidir por la única posición en que está dibujado el ejemplar; la fig. 2ª es un corte transversal de la valva inferior de la misma especie y está en el mismo caso de la fig. 1ª. En el mismo opúsculo cita las fig. 3ª y 4ª como pertenecientes al Hippurites mexicana, Bárcena; estas figuras representan otros individuos pertenecientes á la misma especie que las figs. 1ª y 2ª; en cuanto á las figs. 5ª y 6ª son indeterminables. La fig. 7 que el Sr. Urquiza designa con el nombre de Radiolites turbinata, Lamarck, tiene una gran semejanza por sus caracteres exteriores con el Hippurites cornu vaccinum Bron, pero no nos atrevemos á decidir con la figura. La fig. 8ª que según el Sr. Urquiza representa Radiolites foliaceas? que supongo se refiere al Sphærulites foliaceus Lamarck, es completamente imposible identificarla. Representa en las figs. 9, 10, 11 y 12 la Nerinea Castilli Bárcena y la Nerinea hieroglyphica Bárcena. La fig. 13 que refiere al género Pterodonta es una especie del género Actæonella, y en cuanto á las figs. 14 y 15 las considera como pertenecientes al género Astarte la primera y al género Trigonia la segunda; esta parece más bien una Cyprina y en cuanto á la otra nada se puede decir con la figura. La fig. 16 es una griphea? muy maltratada y las 17 y 18 son Ostreas semejantes á Ostrea. La fig. 19 es una Coralliochama? con una serpula indeterminable.

Pholadomya Sonorensis *Gabb.*
Pleuromya sp?
Corbula subtrigonalis *Meek.*

Gastropoda.

Delphinula cingulata *Gabb*
Margarita (Solariella) sp?
Trochus (Oxistele) euryostomus *White.*
Nerita californiensis *White.*
Turritella seriatimgranulata *Roemer.*
Id. leonensis *Conrad.*
Glauconia Bustamanti (*Nyst et Galeotti*)
Id. cingulata (*Nyst et Galeotti*).
Id. suturosa (*Nyst et Galeotti*).
Id. Renauxiana? *d'Orbigny.*
Galerus sp?
Natica texana *Conrad.*
Id. (Lunatia) Omecatli *Felix.*
Id. (Prisconatica) pedernalis *Cabb.*
Id. Id. prœgrandis *Roemer.*
Id. (Amauropsis) tabulata *Gabb.*
Id. (Gyrodes) af. Gaultinus (*d'Orbigny*).
Tylostoma mutabilis *Gabb.*
Id. tumida *Schumard.*
Id? princeps *White.*
Id. Torrubiœ *Sharpe.*
Id. elevata *Schumard.*
Id. af. mínima *Sharpe.*
Chemnitzia Texana *Roemer.*
Id. . zebra *Gabb.*
Pleurocera strombiformis *Schloth.*
Melania insculpta *Meek.*
Melania (Pachychilus) Wyomingensis *Meek.*
Nerinea Titania *Felix.*
Id. euphyes *Felix.*
Id. hieroglyphica *Bárcena.*
Id. Castilloi *Barcena.*
Id. Barcenœi *Heilprin.* [1]

1 Este nombre ha sido propuesto por el Profesor Angelo Heilprin en su artículo "The Geology and Paleontology of the cretaceous deposits of Mexico", para sustituir el de Nerinea hieroglyphica Bárcena, que por equivocación aplicó éste último autor á una Nerinea del Cretáceo Mexicano, por creerla idéntica con una forma jurásica. El Profesor Heilprin, para evitar en lo sucesivo la confusión que el doble empleo de esta denominación específica originaría, propone desechar la denominación hieroglyphica y emplear en lo de adelante la denominación Barcenœi. Estamos perfectamente

Nerinea (Ptygmatis) loculata *Felix.*
Id. Id. sp.?
Id. (Ytieria) anguilina *Castillo y Bárcena.*
Cerithium mexicanum *Gabb.*
Id. Pillingi *White.*
Id. Totium Sanctorum *White.*
Ceritium? subminutum *d' Orbigny.*
Alaria (Anchura) monilífera *Gabb.*
Id. sp.?
Aporrahais (Lispodesthes) sp.?
Pterocera sp.?
Rostellaria texana *Conrad.*
Fusus mexicanus *Gabb.*
Pleurotoma pedernalis? *Roemer.*
Voluta (Fulguraria) navarrœnsis *Schumard.*
Id. (Gosavia) af. indica.
Rostellites texana *Conrad.*
Cylindritella af. olivoeformis *Roemer Co.*
Id. coniformis *Roemer.*
Actoeonella (Volvulina) dolium *Roemer.*
Globiconcha planata *Roemer.*
Cinulia rectilabra *Gabb.*

Cephalópoda.

Phyloceras Rioi (*Nyst y Galeotti*).
Id. af. Velledoe (*Michelin*).
Lytoceras reconditus (*Nyst y Galeotti*)
Baculites ovatus *Say.*
Planceticeras Guadalupe *Roemer.*

conformes en que se deseche una denominación que no tiene razón de ser, puesto que fué motivada por una mala determinación, pero no creemos necesaria la creación de un nuevo nombre para la especie en cuestión, toda vez que en el opúsculo del Sr. Bárcena "Datos para el estudio de las rocas mezosoicas de México", se describe con el nombre de Nerinea Castilli Barcena, la misma especie que denomina hieroglyphica, sólo que este último nombre lo ha aplicado á las secciones longitudinales de la concha que no pasan por el eje ó sea la columela y que por lo mismo, no presentan los dibujos característicos y simétricos de la hieroglyphica, sino que dichos dibujos quedan unidos y presentan un contorno diferente y el cual se va modificando á medida que las secciones se aproximan al eje de la concha, en el cual son idénticos con los de la Nerinea hieroglyphica. Es muy frecuente encontrar cortes naturales de esta especie de Nerineas, que habiendo sido producidos por planos oblicuos que forman ángulos muy pequeños con el eje de la concha, presentan los dibujos de las dos especies del Sr. Bárcena, es decir, que el mismo corte de una Nerinea puede ser considerado en su mitad inferior como N. hieroglyphica Bárcena. Proponemos pues que las especies hieroglyphicas y Castilli lleven en lo de adelante la denominación de Nerinea Castilli, entrando como sinónimos la N. hieroglyphica Bárcena y la N. Barcenœi Heilprin. Quizá hubiera sido más acertado que el Señor Profesor Heilprin hubiera dado la denominación de Nerinea Barcenœi á la Nerinea Goodhalli Bárcena, que no es la especie de Sowerby que es característica del Coral Rag.

Buchiceras (Sphenodiscus) pedernalis (*von Buch*).
Schloenbachia inflata (*Sowerby*).
Desmoceras (Puzosia) sp?
Olcostephanus Zirkeli *Felix*.
Hoplites Otomitli *Felix*.
Id. Tlaxiacensis *Felix*.
Id. angulicostatus *d'Orbigny*.
Id. Xipei *Felix*.
Id. Castilloi *Felix*.
Acanthoceras af. navicularis (*Mantell*).
Id. planicostatus? (*Sowerby*).
Id. Mantelli (*Sowerby*).
Scaphites Conradi *Morton*.
Id. ventricosus *Meek and Hayden*.
Crioceras (Ancyloceras) Xelhuae *Felix*.
Belemnites af. minimus *Lister*.
Id. af. bipartitus *Blainville*.
Aptychus Columbi *Felix*.

Thoracostraca.

Lobocarnicus sp?

Pisces

Otomitla speciosa *Felix*.
Belonastomus ornatus *Felix*.
Thrissops? sp.?
Diplomystus sp?
Galeocerdo falcatus.
Ptychodus Whiplei *Marcou*.
Ceratodus sp?
Syllæmus latifrons? *Cope*.

Reptilia.

Tryonix sp?

Los fósiles que se acaban de enumerar son todos fósiles cretáceos, y como se ve no pertenecen á los pisos de una sola de las dos grandes divisiones que en Europa han merecido los nombres de series Cretácea é Infra Cretácea, sino que pertenecen á los diferentes pisos de los dos Sistemas. La proporción relativa en que se encuentran los fósiles de los diversos pisos en nuestra lista, está poco más ó menos en la relación que los pisos que representan guardan en nuestro país. Así, los fósiles del Cretáceo Medio, que corresponde ca-

si al Cenomaniano, Turoniano, y Senoniano en su porción inferior, son los más abundantes; y como hemos dicho ya, son éstas las rocas cretáceas más extendidas en el Centro y N. del país, mientras que los fósiles de los pisos inferiores y superiores, correspondiendo los primeros á una parte si no á todo el Neocomiano, y los segundos al Daniano y Senoniano son menos abundantes, y esta proporción está en armonía con el acantonamiento de unos y otros en regiones relativamente pequeñas, respectivamente al S. y E. del territorio. Se notará también que la naturaleza de los fósiles indica habitus diferentes y que por lo mismo las condiciones físicas eran distintas para todos estos depósitos que forman el Sistema Cretáceo; entre estas variaciones en las faunas las hay que son modificaciones climatéricas, tales como la presencia y abundancia de Cælenterata de las clases Anthozoa y Spongiæ que son más abundantes al S. que al N. y que apenas tienen representación en la última región, mientras que en la primera forman por sí solas lechos y capas bastante interesantes que vienen á constituir otros tantos verdaderos horizontes paleontológicos.

Criaderos minerales.—El Sistema Cretáceo es sumamente interesante por la naturaleza de los minerales que encierra, unos especiales de sus capas y otros que lo atraviesan bajo la forma de filones y de criaderos irregulares.

Las calizas cretáceas forman, empleando el tecnicismo minero, el panino propio de los criaderos plumbíferos y á este respecto puede decirse que el país está dividido en dos grandes regiones mineras por una línea casi paralela á la dirección general de la Sierra Madre, que siguiendo su falda oriental atraviesa todo el país terminando al S. de Oaxaca: la región occidental que comprende la Sierra Madre del Pacífico y la zona de costas respectivas, casi completamente desprovista de criaderos plumbíferos, salvo aquellos puntos en donde se encuentran las calizas cretáceas, y la región oriental que es en donde abundan estos criaderos, casi con exclusión de los otros tipos que se presentan en la región occidental. El tipo de estos criaderos siguiendo la clasificación de Von Groddeck es el Raibl; del que como ejemplos citaremos: los criaderos de Sierra Mojada, Coahuila; San Carlos y Llera en Tamaulipas; Cerralvo en Nuevo León; Mapimí en Durango; Caltepec y hacienda de Santa Ana junto á Tehuacán en Puebla; Zimapán, Estado de Hidalgo; Bramador, Estado de Jalisco.

Minerales de Mercurio.—El mercurio al estado de cinabrio mezclado en unas partes con livingstonita y barcenita y en otras con guadalcazarita se encuentra diseminado en las calizas cretáceas, en donde parece que penetra á favor de grietas preexistentes y después impregna la roca á uno y otro lado de la grieta. El tipo de estos criaderos es el Moschellandsberg de Von Groddeck.

Vetas de minerales de cobre.—Chalcopirita con malaquita, azurita y chrysocola, siempre acompañadas de grosularita y comunmente de hematita, cortan también las calizas cretáceas, y su aparición es debida á la erupción de rocas ígneas, como se ve en San José, en la Sierra de San Carlos en Tamaulipas, en donde los minerales de cobre acompañados de magnetita se presentan en

el contacto de la diorita andesítica. En la hacienda de la Cofradía, Distrito de San Juan de los Llanos, el mismo tipo de criaderos de cobre se presenta en grietas ocasionadas por la salida de la diorita andesítica á través de las calizas cretáceas.

Criaderos de minerales de cobre del tipo "Río Cares" Von Groddeck se encuentran en las calizas compactas del Cretáceo Medio de Tatatila, Barranca de Zomelahuacan en el Cantón de Xalapa, asociados con filones argentíferos de los tipos "Brand" y "Clausthal." Estos últimos dos tipos de filones, especialmente el primero, se encuentran en otras muchas partes del país.

Minerales de antimonio.—En vetas regulares con rumbo N.–S. próximamente y casi verticales, con ligero echado al E., se encuentran también en las calizas cretáceas en el Distrito de Altar en Sonora y en el Distrito de Hermosillo del mismo Estado, con rumbo E.–O. próximamente y echado variable al N., siendo notables estos criaderos por la abundancia de antimonio al estado de óxido bajo las formas de cervantita y stibiconita, penetradas por sílice. Esta composición del mineral de antimonio se sabe que proviene por descomposición y oxidación de la stibnita, que en esta clase de criaderos debe venir á una regular profundidad, pues no se ha encontrado hasta los 12 metros á que se han llevado los trabajos.

Minerales de fierro.—El fierro al estado de sexquióxido y de óxido magnético algunas veces acompañado de pyrrotita forma filones poderosos que cortan las dos primeras divisiones del Cretáceo en algunos puntos y en otros se les ve cortar á la segunda: sin que conozcamos un solo caso en el cual se haya abierto paso á través de la formación del Cretáceo Superior. Citaremos entre otros los filones de Cerro Mercado junto á Monclova, Coahuila, en donde el filón de hematita ha sido formado á consecuencia de la aparición de una roca que parece ser una diorita hornbléndica cuarcífera; el filón de la Encarnación en Zimapán que se encuentra ligado á la emisión de una diorita andesítica, y en el contacto de esta roca y la caliza cretácea que disloca; los criaderos de cerca de Xalostoc en Morelos, en el contacto de la caliza cretácea con una Diabasa? andesítica; los de Tlaxiaco en Oaxaca, y el de Yucunduchi, Municipalidad de Chila, Distrito de Acatlán, en donde se ven los crestones por algunos tramos cortando á la caliza cretácea. En este último lugar debemos hacer notar que no existe en las inmediaciones del filón ninguna de las rocas ígneas que en los otros lugares citados se encuentran, y parece que la edad de estos filones es un poco posterior, y que su aparición está en relación con la de las andesitas de hornblenda, que son muy abundantes en esa región y que no distan mucho de los filones de fierro.

En el Cretáceo Superior y en perfecta dependencia de las capas de lignita que el Laramie contiene, se encuentran capas de nódulos y riñones de hematita y limonita intercalados entre las areniscas y pizarras de Piedras Negras y otros parajes vecinos; si bien estos criaderos no son de valor industrial alguno á juzgar por la escasez del mineral de fierro.

Las calizas cretáceas contienen también depósitos de azufre nativo muy

puro que son de edad terciaria. El azufre viene diseminado en cantidades muy variables en yeso que rellena cavidades que corresponden á verdaderas grutas ó conductos subterráneos, que se formaron en las calizas á favor del agua termal que por su masa circulaba cuando la eyección de rocas ígneas terciarias, que vinieron acompañadas en su erupción de estas aguas, que circulando por la caliza y cargadas de ácido sulfhídrico descomponían el carbonato de cal, formándose sulfato de cal, el cual á su vez era descompuesto por la acción reductora de la materia orgánica en descomposición que las calizas contenían. La distribución del azufre en el criadero confirma esta hipótesis, pues se encuentra con alguna irregularidad, tendiendo á alcanzar un máximun cerca de los bancos de caliza y de los conductos que dieron fácil salida á las aguas. El tipo de estos criaderos se halla en la Sierra de Banderas, Partido de Mapimí, Estado de Durango, y cerca de San Pedro en las riberas del antiguo cauce del lago de Tlahualila en Coahuila.

Vetas bastante poderosas de pirolucita, acerdesa, psilomelán y wad se encuentran con alguna abundancia en el S. de Puebla, especialmente en los Distritos de Acatlán y Tepexi; en el último cortando á las calizas cretáceas de la parte inferior del Cretáceo Medio.

En el Cretáceo Superior y en las últimas capas que á él pueden referirse, es muy constante la presencia de capas de carbón de regular potencia y buena calidad, que constituyen probablemente los yacimientos carboníferos más importantes por sus dimensiones hasta ahora conocidas en la República. El carbón que mineralógicamente se puede considerar como una lignita, es de la categoría de los brawn coals de Dana, si bien es cierto que se presta á casi todas las aplicaciones del Bitouminous coal del mismo autor. Los criaderos de Sabinas, Hondo ó San Felipe, Santa Rosa de Múzquiz en México y los de Eagle Pass, etc., en los Estados Unidos, están indicando la extensión de la cuenca en que á fines del Cretáceo se depositaron estos carbones.

El carbón en capas delgadas que no son de importancia industrialmente consideradas, no obstante que la calidad del cabón es bastante buena, suele encontrarse en la parte inferior del Cretáceo Medio, casi en su base y algunas veces en el tercio superior de esta división: ejemplos del primer caso se ven en las inmediaciones de Maconí, Mineral del Doctor, Distrito de Cadereyta en Querétaro; al segundo caso pertenecen las capas de carbón de Morelos, despedazado y cimentado por espato calizo, que al estado de venillas irregulares atraviesan su masa, aumentando la proporción de cenizas y volviendo inservible un carbón que por su composición es bastante bueno.

Materiales de construcción y minerales diversos.—Las calizas compactas suministran un magnífico material de construcción, ya sea para la construcción de muros como para la de baldosas y pavimentos de piedra quebrada. Cuando ha experimentado un ligero metamorfismo se convierte en caliza vidriosa teñida por colores jaspeados más ó menos vivos y de hermosos contrastes, que la hacen adecuada para pavimentos de casas y revestimiento de muros; si la acción metamórfica se ha continuado bastante, entonces da mármoles blan-

cos, cuyo grano varía notablemente llegando á ser en unos casos un conjunto de romboedros de espato calizo que no tienen cohesión bastante para que se les pueda utilizar en las construcciones, y en otros, el grano es de menor tamaño y entonces los mármoles se prestan para toda clase de aplicaciones. El mármol estatuario no es escaso, aunque no es en lo general de la calidad del mármol de Carrara, pero sí podría competir con ventaja con el mármol de Paros en sus aplicaciones á la escultura, si no fuese por la presencia de la sílice, que unas veces viene en la forma de riñones ó gabarro intercalado en la masa, y otras al estado de venillas sumamente finas que recorren su masa aumentando su dureza é inutilizándolo para la escultura. Esto último acontece siempre que se cortan los blocks cerca de las rocas ígneas en masas ó diques que han metamorfizado á la caliza, y el primer defecto, aunque más general, es de menos trascendencia, si se atiende á que los riñones de pedernal son los de pftanita que la caliza contenía, dispuestos paralelamente á sus caras de estratificación antes de sufrir la acción de las rocas ígneas. Cambiando de bancos se cambia de pureza de mármol en este caso, y la explotación deberá hacerse teniendo en cuenta siempre la gran constancia de este pedernal en las calizas cretáceas mexicanas. La variedad en colorido de estos mármoles cretáceos es inmensa, y sólo esperan la aplicación inteligente de emprendedores industriales.

Cuando las calizas están muy cargadas de fósiles proporcionan mármoles comunes, algunas veces muy bonitos, pero generalmente son sombríos, dado el color fundamental que es gris más ó menos obscuro, ó negro, sobre el cual se destacan figuras caprichosas de color blanco, provenientes de los fósiles que penetran la caliza y que son cortados por planos que siguen toda clase de direcciones. Los mármoles blancos y estatuarios se encuentran en distintos puntos de los Estados de Puebla, Veracruz, Morelos, Hidalgo, Durango, Chihuahua, Sonora, San Luis Potosí y otros. Mármoles de colores en Puebla, y uno de un bellísimo azul en el Estado de Veracruz. Mármoles comunes en todos los Estados de la República.

Estas calizas, en razón de la cantidad de arcilla y magnesia que contienen, producen al calcinarlas una cal bastante buena, y algunas veces la dan medianamente hidráulica. Estas cales son bastante ventajosas para las construcciones en muchos lugares de la República en donde el suelo es algo húmedo, pues endurecen mejor y con más prontitud que las cales grasas.

Cuando las calizas son bastante puras, sólo dan cales grasas de excelente calidad, perfectamente adecuadas para las construcciones comunes al aire libre en los lugares secos; producen morteros mucho más económicos, pues que admiten mayor cantidad de arena y aumentan notablemente de volumen al apagarse.

Además de los materiales de construcción que llevamos mencianados, las calizas cretáceas contienen minerales de valor científico, tales como granate, topacio, piroxena, etc., la mayor parte de ellos de origen metamórfico y que por consiguiente se encuentran en la zona de contacto de las calizas con las

numerosas y variadas rocas ígneas que en diferentes épocas las han atravesado.

En el Estado de Oaxaca, en la jurisdicción de San Miguel Peras, la caliza mefamorfizada por una diorita, se ha convertido por la penetración de la hornblenda en su masa y alteración posterior de dicho mineral en una masa de serpentina y cloritoide, en un magnífico cipolino, muy á propósito para la decoración interior de los edificios, así como para la construcción de pedestales, cubiertas de mesas, chimeneas, pavimentos interiores, ménsulas, etc., etc.

Grupo Cenozoico.

De las divisiones del Terciario apenas se encuentran representadas la Media y Superior, y éstas por depósitos de distinta naturaleza que indican las diferentes condiciones en que se verificaron; unos tienen el carácter local de depósitos lacustres, y éstos se encuentran diseminados en la parte alta del territorio ó sea en la región de la gran Mesa Central; y los otros de origen marino, más importantes en atención á la superficie que ocupan en la actualidad, son más uniformes, como que las condiciones bajo las cuales se formaron eran casi las mismas en toda la vasta región en que hoy se manifiestan.

Entre los depósitos terciarios más antiguos que conocemos y cuya edad no es posible fijar todavía, están los grandes depósitos de yeso sedimentario perfectamente característico que se encuentran en Juxtlahuaca en Oaxaca. Al N. de esta población, y sólo separados de ella por el río del mismo nombre, se encuentran lomeríos que corren de E. á O. próximamente de cerca de 150 metros de altura, compuestos exclusivamente de yeso granudo (alabastro) de diversos colores. Una formación de yeso sedimentario sumamente poderosa y que con toda probabilidad es contemporánea de la de Juxtlahuaca, es la que forma los altos cerros que al E. de Huamuxtitlán en Guerrero, y muy inmediatos á la población, se extienden en la dirección casi N.–S. por más de 12 kilómetros de longitud, alcanzando alturas superiores á 200 metros sobre el valle.

Eoceno y base del Mioceno—Las rocas sedimentarias terciarias de mayor antigüedad que nos ha sido posible observar en nuestras excursiones, se encuentran en la cuenca del Bravo desde unos 12 kilómetros al O. de Laredo hasta la ciudad Guerrero en Tamaulipas, relacionadas directamente con las últimas subdivisiones del Cretáceo. Se depositaron en el seno de las aguas salobres de poco fondo que se encontraban sujetas á variaciones bastantes bien marcadas y motivadas por cambio de energía en su acción mecánica, y á esto se debe una cierta regularidad en la alternancia de las rocas que en semejantes circunstancias hubieron de formarse. Estas rocas son areniscas margosas y arcillosas de grano fino y de colores claros que alternan con capas de margas y arcillas margosas apizarradas, y pertenecen al Eoceno Inferior á la división Timber Beltbeds del Lower Claiborne de Harris. Encima de éstos vienen las areniscas margosas que se extienden al E. de Laredo y llegan has-

ta Mier, parte de las cuales corresponden al Eoceno y otras al Mioceno, pues pertenecen á la división Lafayette Beds, que como es sabido se estienden desde el Eoceno al Mioceno.

Mioceno Superior á Plioceno—En la península de la baja California, en su faja de costa, y especialmente del lado del Pacífico, hay un grupo de capas de origen marino que se han formado en aguas de poco fondo y posteriormente á la aparición en aquella península de las rocas de estructura traquitoide: traquitas, andesitas, dacitas, etc. Estas rocas son una serie de alternancias de areniscas de distintos granos y conglomerados traquíticos ó andesíticos que llevan intercaladas varias capas de minerales de cobre. Las areniscas tienen un cemento más ó menos francamente calizo, y su color como el de los conglomerados varía entre los numerosos tonos del amarillo, pardo y rojo. Este conjunto de capas descansa directamente sobre las rocas traquitoides.

La formación toda se encuentra dislocada formando ondulaciones más ó menos pronunciadas, motivadas á consecuencia del movimiento ascendente que puso en seco este antiguo dominio de las aguas del Pacífico, cortadas por una gran falla que mira al S. y cuya dirección es de 60° N.O. La aparición de labradoritas, basaltos, basanitas, etc., ha venido á modificar ligeramente la condición de trastorno en que habían sido dejadas las capas por el movimiento del levantamiento de los bordes de la península.

La circunstancia de apoyarse estos estratos en las traquitas cuya aparición parece datar de á fines del Eoceno, así como la de contener guijarros de rocas eruptivas cuya aparición ha tenido lugar en el transcurso del Mioceno, hacen que no se pueda conceder á estas capas mayor antigüedad que la del Mioceno Superior. Tomando en cuenta sus fósiles, sería quizá más aceptable referir todos estos depósitos á los comienzos del Plioceno.

En la parte baja de la costa del Golfo de México, se presentan las rocas terciarias formando una faja paralela al contorno actual del Golfo, faja que al S. de Veracruz se ensancha para cubrir casi todo el territorio de los Estados de Tabasco, Campeche y Yucatán, internándose por el Estado de Tabasco y por la parte oriental del Estado de Chiapas, hasta la línea divisoria entre México y Guatemala, al S. del pueblo de Tenosique. En algunos puntos están cubiertas por el Cuaternario, formando entonces interrupciones aparentes á la distribución de estas rocas.

Los sedimentos marinos terciarios de la costa del Golfo están compuestos de calizas de conchas poco coherentes, verdaderos aglomerados que pasan por intermedio de conglomerados de conchas de cemento calizo más ó menos arcilloso blanco amarillento, á calizas compactas, que descansan en calizas semicristalinas blanco agrisadas que varían á calizas de color amarillo con intercalaciones de bancos blancos y blanco-rojizos.

En la parte superior contienen fósiles que en otras partes del continente son Miocenos mezclados con formas pliocenas y formas actuales, y en la parte inferior parecen dominar las formas del Mioceno.

El Sr. Cope ha referido á la división que en los Estados Unidos se denomina Loup Fork y corresponde á la cima del Mioceno, la formación lignitífera de Zacualtipán, en el Estado de Hidalgo. Las rocas en que vienen las lignitas de Zacualtipán, son areniscas con pizarras arcillosas, refractarias y cargadas en mayor ó menor cantidad de materia carbonosa, hasta llegar á constituir capas exclusivamente formadas de carbón, de la especie lignita y variedad compacta llamada también lignita que presenta algunas veces el aspecto del azabache. Estas capas de pizarras y areniscas se han depositado en el seno de aguas lacustres, contenidas en pequeños vasos circunscritos por labradoritas y andesitas, rocas que no han hecho su eyección antes del Terciario Medio, y por cuyo motivo deben considerarse los sedimentos en cuestión como del Mioceno Superior, antigüedad máxima posible de asignarles. Entre los pocos fósiles que se han encontrado en el corto tiempo que duró la explotación de las lignitas, los hay que pertenecen al Mioceno asociados con otros á los cuales no se les podría conceder mayor antigüedad que la que corresponde á las rocas pliocénicas.

Los conglomerados rojos se presentan en las regiones donde abundan las pizarras cristalinas, dislocadas por las rocas eruptivas de las series antigua y moderna. Estos conglomerados atendido su color y la posición que ocupan directamente sobre las pizarras cristalinas, han sido considerados como representantes de la vieja arenisca roja por algunos, otros los han referido á la nueva arenisca roja y nosotros, teniendo en cuenta la naturaleza de los elementos de que están compuestos y las relaciones que tienen con las andesitas hornbléndicas y las rhyolitas, los consideramos como posteriores á la aparición de las andesitas y por consiguiente pertenecientes al Terciario Superior ó Plioceno. Disminuyendo las dimensiones de los elementos, estos conglomerados pasan á areniscas de grano grueso y fino que contienen cristales despedazados de feldespato, y algunas veces completamente intactos pero en un grado de alteración más ó menos avanzado, reunidos por una pasta arcillo-arenosa.

Estos conglomerados y areniscas se encuentran principalmente cerca de las rocas eruptivas terciarias y muchas veces forman verdaderas brechas; pues sus elementos están muy angulosos y esto nos indica á la vez que la corta distancia á que se encuentran de las rocas de que tomaron sus constituyentes, el carácter meramente local de su depósito.

Distribución geográfica.—La cañada de Marfil hasta Guanajuato está formada por este conglomerado; Tasco tiene también porciones de terreno cubiertas por el conglomerado rojo. Se encuentra diseminado también en el Estado de Puebla: en los Distritos de Matamoros Izucar, Acatlán y Tehuacán, y en algunos otros puntos.

Plioceno.—Las rocas que referimos á este sistema son conglomerados calizos formados de cantos y guijarros de caliza cretácea; conglomerado rojo compuesto de destrozos de pizarras cristalinas, con pedazos de rocas eruptivas, tales como granito, diorita, andesita, etc., mezcladas con pequeños fragmen-

tos de caliza cretácea en la parte superior, reunidos por un cemento arcilloso; areniscas arcillosas tiernas, alternando con arcillas margosas yesíferas, sobre las cuales vienen conglomerados y tobas volcánicas que llevan intercaladas corrientes de basalto.

Los conglomerados calizos se encuentran generalmente al pie de las sierras calizas, alcanzando á veces una potencia que se mide por centenas de metros, como acontece en la falda de la sierra de Catorce, del lado de Matehuala, San Luis Potosí; en el Municipio de Tonalá en el Distrito de Huajuapan en Oaxaca.

Al Plioceno Superior deben referirse los conglomerados y brechas pomosas (tobas conglomeradas), que se designan en México con el nombre de Tepetate, y que constituyen los lomeríos de la falda de las sierras de las Cruces, Monte Alto y Sierra Nevada, que circunscriben casi la cuenca de México. Estos conglomerados establecen el paso de las brechas andesíticas un poco más antiguas, pero siempre en su mayor parte, si no en totalidad pliocénicas á las tobas volcánicas y margas arcillosas que se encuentran en algunos de los valles de la Mesa Central. Mientras que en las brechas volcánicas (brechas andesíticas y traquíticas) la influencia del agua como agente de repartición y ordenación de los elementos apenas se hace sentir, siendo más bien de presunción y posibilidad el participio que las aguas hayan tomado; en los conglomerados (tepetates) de pequeños elementos y en las tobas arenosas y margosas, la influencia de la acción de las aguas se hace cada vez más perceptible, al grado de que por las dimensiones de los elementos de estas rocas se puede juzgar de la acción dinámica más ó menos enérgica de las aguas que contribuyeron á la ordenación de los depósitos de estas rocas.

A este sistema, en nuestro concepto, debe referirse una parte de los estratos que constituyen la base de la serie sedimentaria de la cuenca de México, de los valles de Puebla, etc., y del río Yaqui, Sonora, así como el conjunto de capas, que con ligerísima inclinación hacia la ciudad de México, cubren la falda de las sierras que limitan la cuenca y en cuyas capas se han abierto las dos grandes obras de desagüe que se conocen con los nombres de Tajo de Nochistongo y Tajo de Tequisquiac.

La ciudad de Tlaxcala está rodeada por cerros compuestos de margas arcillosas, verdosas y amarillentas que alternan con margas blancas calcáreas, tanto unas como otras están irregularmente impregnadas de silice que las hace más compactas y resistentes; encierran muchos troncos de madera petrificada (troncos de Dicotiledonas), pertenecientes á las especies de Jilolita y Jilópalo que se presentan juntos en un mismo tronco ó separados en troncos diferentes. Estas rocas contienen á la vez que los restos de una flora compuesta casi exclusivamente de Angiospermas muy perfectas, abundantes osamentas de caballo, elefante y mastodonte que deben referirse á la parte Superior del Plioceno.

Carácter Paleontológico.—Ponemos á continuación la lista más completa que hemos podido formar de los fósiles, tanto marinos como terrestres, que co-

mo pertenecientes al Terciario se han descrito. En la imposibilidad de poder separar por falta de datos estratigráficos los que pertenecen exclusivamente al Cuaternario de los que encontrándose en este grupo existían ya en el Plioceno los damos todos reunidos con el encabezado de Plioceno y Cuaternario

Echinodermata.

Echinocyamus altavillensis ? *Agassiz.*
Clypeaster Meridanensis *Michelin.*
Id. crustulum *Michelin.*

Lamellibranchiata.

Ostrea Atwoodi *Gabb.*
Id. contracta *Conrad.*
Id. gallus *Valencienes.*
Id. Georgiana? *Conrad.*
Id. Veatchii *Gabb.*
Id. Moreleti *Deshayes.*
Id. Virginiana *Gmelin.*
Id. meridionalis.
Anomia simplex *d'Orbigny.*
Plicatula filamentosa *Conrad.*
Spondylus Estrellanus *Conrad.*
Pecten Moreleti *Deshayes.*
Id. Yucatanensis *Deshayes.*
Id. Meridanensis Id.
Id. dislocatus *Say.*
Id. nucleus *Born.*
Id. (Amusium) Mortoni *Ravenel.*
Arca Deshayesi *Hanley.*
Id. incongrua *Say.*
Id. scalaria.
Id. rhombea *Born.*
Id. Ruffini?
Id. Adamsi *Shutlew.*
Id. umbonata? *Lamarck.*
Cardita densata.
Chama arcinella *Linnœus.*
Lucina reticulata *Lamarck.*
Id. divaricata *Linnœus.*
Id. edentula Id.
Id. Jamaicensis *Lamarck.*
Id. disciformis.
Id. Pensylvanica *Linnœus.*

Lucina tigerina *Linnœus.*
Id. tumida ?
Cardium magnum *Born.*
Id. muricatum *Linnœus.*
Id. isocardia Id.
Id. (Lœvicardium) serratum *Linnœus.*
Id. af. medium *Linnœus.*
Id. af. bullatum Id.
Venus cribraria? *Conrad.*
Id. cancellata.
Id. mercenaria *Linnœus.*
Id. Listeri *Gray.*
Id. Mortoni *Conrad.*
Id. peroni *Lamarck.*
Id. (Chione) cancellata *Linnœus.*
Id. af. Peruviana.
Tapes af. literata *Chemnitz.*
Id. af. decussata.
Dosinia discus *Reeve.*
Tellina (macoma) contracta.
Id. punicea? *Born.*
Id. af. spectabilis *Hanley.*
Periploma af enœquivalvis *Schumacher.*

Gastropoda.

Turritella apicalis.
Id. perattenuata.
Id. carinata *Lea.*
Dolium perdix *Linnœus.*
Pirula reticularis *Kien.*
Fulgur rapum.
Murex Sallœanus *Adams.*
Marginella apicina *Menke.*
Oliva litterata *Lamarck.*
Bulla striata *Bruguier.*
Scalaria af. varicosa *Lamarck.*

Mioceno Superior.

Hippotherium (Hipparion) peninsulatum *Cope.*
Id. rectidens *Cope.*
Protohipus Castilloi *Cope.*

Cuaternario.

Spheroma? Burkarti *Bárcena.*

Plioceno y Cuaternario.

Cliptodon mexicanus *Cuatáparo y Ramírez.*
Scelidoterium sp?
Rhinoceros? occidentalis *Leidy.*
Equus crenidens *Cope.*
Id. taw *Owen.*
Id. platystylus *Cope.*
Id. excelsus *Leidy.*
Id. Barcenai *Cope.*
Platigonus alemani *Dugès.*
Id. compressus? *Le Conte.*
Palauchenia magna *Owen.*
Auchenia cf. minima *Leidy.*
Id. Castilli *Cope.*
Holomeniscus hesterus (*Leidy*).
Eschatius conidens *Cope.*
Bison latifrons (*Harl*).
Aphelops sp?
Mastodon (Trilophodon) Shepardi *Leidy.*
Id. (Tetralophodon) tropicus *Cope.*
Id. Id. Andium *Cuvier.*
Elephas (Euelephas) primigenius *Blumenbach.*
Id. Id. Columbi *Falconer.*

Erupciones.—Es en la éra cenozoica cuando han tenido lugar las más variadas, más fuertes y por todos conceptos más interesantes erupciones de rocas ígneas; en el transcurso de esta éra vemos repetirse la mayor parte de los tipos de estructura de las rocas eruptivas de la serie antigua ó precretácea, que han contribuído á la perfecta emersión de nuestro territorio, han ayudado á levantarlo sobre el nivel de los mares que lo limitan, han completado y modificado muchos de los elementos orográficos que le han dado el relieve, que con poca diferencia conserva en nuestros días, y por último son estas erupciones las que han traído á nuestro suelo la riqueza mineral fabulosa que lo distingue, ya acarreándola en sus propias rocas, ya permitiendo en rocas más antiguas comunicaciones fáciles para su salida, ó ya finalmente á favor de las manifestaciones consiguientes á su eyección, han facilitado el relleno de grietas contemporáneas ó preexistentes á su erupción con elementos que de estas mismas rocas ó de otras ya existentes tomaban en disolución las aguas termales que en su masa ó en sus inmediaciones circulaban con facilidad, ejerciendo sus acciones físicas y químicas con energía de los más diversos grados.

Hasta aquí hemos venido tomando en consideración preferentemente las manifestaciones de la dinámica externa ó sea las alternativas invasiones de los mares y los continentes en sus respectivos dominios, aparentemente ma-

nifiestas por la preponderante participación que en el resultado final han tenido los elementos de la superficie del planeta, no interviniendo en los resultados últimos las rocas ígneas ó sea la masa interna, sino á título de pequeñas erupciones, verdaderos fenómenos consiguientes á las acciones ya enunciadas, que en sus máximas energías les franqueaban á veces pasos más ó menos expeditos que regulaban su salida.

Los fenómenos que nos toca ahora presenciar son de un carácter diverso, perfectamente preparados por la energía de los agentes de la dinámica externa que se ejercía con su máxima intensidad en superficies, con mucho, más grandes que las que antes había accionado; son casi en lo absoluto del exclusivo dominio de la dinámica interna de nuestro globo, y que, como en épocas anteriores, se relacionan también con fenómenos de dinámica externa, sólo que en este período de la formación de nuestro suelo ha venido á menos su influencia que, por una justa compensación ha llevado á su máximun en anteriores épocas la participación inferior de las rocas ígneas.

La interesante serie de erupciones de la éra Cenozoica podemos considerarla como inaugurándose con la eyección de las syenitas, dioritas hornbléndicas, dioritas cuarcíferas, diabasas y pórfidos silizosos, que corresponden á las microgranulitas recientes y sobre cuya edad no hemos adquirido los datos suficientes para poderla precisar con bastante exactitud, y, como hemos tenido ocasión de indicar en otra parte de este trabajo, son ó de fines del Cretáceo ó principios del Terciario, pero de todas maneras son estas rocas las que inauguran la serie moderna de las rocas eruptivas mexicanas. Al hablar de las erupciones que tuvieron lugar en el Cretáceo se indica á grandes rasgos la distribución de algunos de los principales tipos de estas rocas eruptivas.

Vienen á continuación por razón de antigüedad y parentesco ó semejanza de composición, aunque bajo tipos de estructura diferentes, las porfiritas andesíticas; andesitas propylíticas que probablemente han sido consideradas como pórfidos petrosilizosos y que pueden no ser sino modificaciones debidas á las diferentes condiciones de aparición y enfriamiento de alguno de los tipos anteriores. Estas rocas eruptivas son sin embargo de edad terciaria perfectamente definida y esto abogaría en favor de la referencia de los tipos anteriores á los comienzos del Terciario, pues que las rocas de que nos estamos ocupando son casi todas del período Mioceno y no de la base sino de la terminación de dicho período.

Al terminar el Míoceno é inmediatamente después de la aparición de las rocas anteriores, vinieron á la superficie del suelo y cortando á algunas de las rocas ya citadas; las andesitas de hornblenda que se extienden en vastísimas superficies de la República, en su región occidental y central, y con ellas en íntima conexión, se manifiestan tipos que pueden referirse ya al propylítico ya al dacítico, aunque de este último conocemos muy pocos y no corresponden con toda exactitud al verdadero tipo de las dacitas, sino que son más bien andesitas de facies propylítica.

Además de las andesitas de hornblenda se encuentran andesitas de horn-

blenda y mica á las cuales correspondería quizá más propiamente la denominación de andesitas micacíferas. Estas parecen haber hecho su aparición después de los tipos anteriores y antes de las andesitas de hiperstena y hornblenda que precedieron á la emisión de las andesitas de hiperstena dominante. Siguieron á éstas las andesitas de augita, verdaderos tipos de transición á las labradoritas, que son las rocas eruptivas que en el Plioceno se presentaran como verdaderas precursoras de las numerosas erupciones basálticas, que iniciándose al terminar el Plioceno han tenido su apogeo en el transcurso del Cuaternario.

Según hemos tenido ocasión de observar, parece que ha habido varias erupciones de rocas del mismo tipo, separadas por intervalos de tiempo más ó menos grandes y que nuestros conocimientos presentes no nos permiten determinar todavía con alguna precisión.

Después de las erupciones de andesitas de hornblenda han tenido lugar las de las rhyolitas, demasiado abundantes, que cortan en unas partes del país á las andesitas y en otras se las ve cubriéndolas. Aunque de una manera general, puede decirse que las rhyolitas se encuentran siempre en la proximidad de las andesitas y es de notarse la abundancia de estas rocas en la parte central y septentrional del país y su escasez relativa en la parte S.

Tipos de rocas traquíticas se presentan en algunos lugares de la República y sus caracteres en muchos casos no son perfectamente claros; antes más bien participan á la vez de los caracteres de las andesitas y los de las traquitas, constituyendo propiamente tipos de transición entre las dos especies de rocas, mereciendo por consiguiente la denominación de traquiandesitas, que indica que ligan dos tipos sucesivos de rocas eruptivas.

Acompañando á estas rocas como simples modificaciones de estructura, debidas á la rapidez del enfriamiento de las partes primeramente aparecidas, se encuentran brechas ígneas y tobas entre las cuales vienen en mayor ó menor abundancia las pómez y obsidianas que corresponden á los estados enteramente vítreos de las rocas de que proceden, y rocas de pasta vítrea más ó menos perfecta en la cual se destacan cristales de feldespato que les dan el aspecto porfídico, por cuya razón han sido designados en otro tiempo con el nombre de pórfidos de base de piedra pez. Estas rocas corresponden á algunas de las obsidianas de Fouqué y Levy, y son según la naturaleza de sus elementos feldespáticos, obsidianas andesíticas ó traquíticas, lo cual está perfectamente de acuerdo con la notoria escasez de verdaderas traquitas.

Criaderos minerales.—Minerales de manganeso.—Vetas de minerales de manganeso cortan las traquitas en Baja California en Mulegé. Las vetas cuya potencia varía entre unos cuantos centímetros y $1^{m}.20$, están compuestas casi de puro psilomelan acompañado de yeso; la dirección dominante es la de N.O.-S.E. Las vetas más importantes forman líneas onduladas compuestas de una sucesión de curvas de unos cuantos metros de largo.

Minerales de estaño.—El estaño se presenta en México en pequeñas vetas que atraviesan la rhyolita, las vetas parecen ser formadas por líneas de frac-

tura por contracción, debidas al enfriamiento de la roca, rellenadas por emanación directa. Los acompañantes son hematitas, topacios y en algunos lugares duranguita; es decir, dos minerales que contienen fluoro, lo cual está poniendo de manifiesto la identidad del agente empleado por la naturaleza para traer á la superficie el estaño, en el mismo estado de combinación y en dos períodos diferentes sumamente separados uno de otro, y siempre en las rocas más ácidas de las dos series de rocas eruptivas: en la serie antigua viene el estaño en granitos de mica blanca, y en México, en donde ha tenido lugar la más moderna de las emanaciones de estaño, viene en rhyolitas del Terciario Superior.

Minerales de cobre.—Criaderos de cobre en vetas regulares existen en las andesitas hornbléndicas en los Estados de Michoacán, Aguascalientes, Sonora, etc., etc. En Michoacán las vetas corren de E. á O. con echado al S.; la composición es una mezcla de chalcocita, chalcopirita, bornita, cuprita, melaconita y tetraedrita, estos dos últimos en muchísima menor cantidad, siendo los minerales más abundantes la chalcocita, chalcopirita y bornita. El tipo de estos criaderos se aproxima al "Tamaya" Von Groddeck, sólo que las rocas eruptivas son terciarias y del grupo de las andesitas; en caso de adoptar una clasificación nacional, convendría denominar este tipo de criaderos de cobre "Tipo Inguaran," para definir á la vez que la composición y naturaleza del criadero, la de la roca eruptiva en que se encuentra y la edad reciente de su relleno, que no data de más allá de á principios del Plioceno. En estas mismas rocas se encuentran además de estos criaderos regulares ó vetas, criaderos irregulares que podrían muy bien ser rebozaderos ó impregnaciones de la roca con cierta irregularidad á una distancia considerable de la grieta ó paso de los minerales.

En las rocas sedimentarias del Mioceno Superior se encuentran criaderos de capas estratificadas de minerales de cobre que están en explotación en el Mineral del Boleo en la Baja California. La edad de estas capas no está perfectamente definida; pero pertenecen ya sea á la parte superior del Mioceno, ya á la base del Plioceno; son indudablemente depósitos terciarios.

Minerales argentíferos.—Los minerales de plata bastante abundantes que han dado renombre á México como país productor de plata desde la época de la conquista, se encuentran en filones en las rocas eruptivas terciarias ó en vetas y criaderos en rocas sedimentarias, pero siempre en relación ó dependencia directa de las rocas eruptivas. Los filones en las rocas eruptivas son del tipo Schemnitz y se presentan casi siempre en las porfiritas andesíticas, andesitas hornbléndicas (propylitas) y otras variedades de estas mismas rocas, repartidas en todo el país, siguiendo una dirección perfectamente definida de N.O.–S.E. en la región occidental del territorio, y especialmente situados en los dos tercios inferiores de las vertientes de la Sierra Madre del Pacífico, ó en pequeñas serranías, que ocupan partes más céntricas, pero que genéticamente están relacionadas con la Sierra Madre Occidental ó del Pacífico. Las vetas ó criaderos argentíferos que en rocas sedimentarias se encuentran en

íntima relación con la aparición de las rocas eruptivas terciarias que acabamos de mencionar, son en lo general criaderos del tipo Brand, y si se encuentran algunos otros, tales como los tipos Raibl y Clausthal, éstos no han contribuído hasta ahora en proporción apreciable á la producción de la plata del país.

Estando todos estos criaderos relacionados con rocas eruptivas cuya máxima antigüedad no remonta más allá del Mioceno y para algunas en muy corto número á fines del Eoceno, y siendo el relleno de todos estos criaderos posterior á la salida ó emisión de las rocas que los contienen ó que con su aparición han producido las fracturas en que se han formado, no se puede aceptar como edad probable para la mayoría de ellos, si no todos, una época anterior al Mioceno Superior, y hay que considerarlas como habiéndose formado en el transcurso del Plioceno. En todo caso el estudio de la sobreposición de las rocas eruptivas de edad geológica conocida, permitirá establecer de un manera definitiva la edad de los filones argentíferos mexicanos y la sucesión cronológica de todos ellos.

Criaderos auríferos.—En las andesitas de hornblenda del Distrito Minero de San José de Gracia y otros del Distrito de Culiacán en Sinaloa, arman vetas de cuarzo aurífero con rumbos dominantes de N.O.–S.E. y N.E.–S.O. con echados respectivamente al S.O. y S.E. que varían entre 30° y 45°. Estas vetas son concrecionadas y en la zona de oxidación llevan oro libre acompañado de óxido de fierro y en algunas carbonato de cobre y aun pegaduras de cobre nativo cerca de los respaldos; en la zona de minerales sulfurados vienen la pirita, la marcasita, blenda y galena en pequeña cantidad. Es probable que á mayor profundidad los dos últimos minerales aumenten en cantidad y aunque se presenten sulfuros múltiples. La mineralización de estas vetas debe considerarse como de edad pliocena contemporánea de la de las vetas auríferas de Mezquital del Oro, en Zacateca, Sierra de Cacoma en Autlán, Jalisco, y algunas otras de Sonora y otros Estados de la República.

En algunos lugares de la República se encuentran vetas de minerales auríferos en la diorita andesítica y granulitos que cortan á las calizas cretáceas. Como ejemplo de estos criaderos podemos citar á San José del Oro cerca de la Encarnación, Hidalgo; Mineral de San José en Tamaulipas; Cerro Grande de Ameca en Jalisco; Barranca del Oro en Tepic; Pico de Teyra en Zacatecas; Sierra de Baoz cerca de Río Florido, Sierra de los Reyes, cerca de Jiménez en Chihuahua; Zomelahuacán en Tatatila, Veracruz; Sierra de Candela en Coahuila; Mineral de Tajitos en Sonora, etc., etc.

Criaderos de antimonio.—La estibnita asociada á la galena, blenda y la pirita en pequeña cantidad, de manera que predomina de un modo absoluto la estibnita, se encuentra en vetas de fractura *true fissure veins*, en el Estado de Guerrero en la Municipalidad de Cualac del Distrito de Zaragoza.

Los minerales vienen repartidos en zonas paralelas de concreción y sólo se han explotado en pequeña proporción. Es casi seguro que á la profundidad la estibnita disminuirá, mientras que la galena y la blenda aumentarán, ha-

ciendo así el criadero incosteable para la explotación del antimonio. Estas vetas no ensayan generalmente más de 2 á 4 pesos de plata por tonelada.

Materiales de construcción y productos diversos.—Las aplicaciones que se pueden ó deben dar á estas rocas ígneas, dependen, como es natural, de la belleza de su color combinada con la dureza y su densidad, su estructura y especialmente la resistencia á la intemperie. Como se ha dicho las hay compactas, porosas, uniformes, porfiroides, pseudo estratificadas ó en lajas, y de acuerdo con todas estas maneras de ser de las rocas, así varían las aplicaciones.

La piedra de talla que se emplea en casi todo el país por la facilidad con que se labra, y las grandes dimensiones que se pueden dar á los blocks, y á la cual se da el nombre de cantera, es en su mayor parte toba andesítica que pasa en algunos casos á verdadera brecha andesítica: en algunos lugares, raros por cierto, la composición de la roca es la de una toba traquítica, y tanto en uno como en otro caso, la parte feldespática de la roca se encuentra en un estado de alteración más ó menos avanzada, motivando que la dureza disminuya, permitiendo á la roca ser labrada con bastante facilidad. Esta ventajosa circunstancia está por otra parte constrarrestada por la cohesión cada vez menor de la roca, que hace que su empleo, cuando la cohesión disminuye de un modo notable, se limite á aquellas partes de los edificios en que la carga que tienen que resistir es pequeña. Para los lugares en que la carga es mayor, se emplean preferentemente las andesitas hornbléndicas, las traquiandesitas y en general las diversas variedades de andesitas y las rhyolitas.

Las andesitas, traquitas, labradoritas y basaltos cuando están perfectamente frescos, es decir, que no han sufrido alteración ó descomposición, son excelentes materiales para la construcción de adoquines, muros, cimientos, carreteras, etc., etc.; y debemos hacer notar que para carreteras y calzadas, el basalto es un mal material, pues se descompone con facilidad, sobre todo si se emplea al estado de grava. Si las rocas tienen la estructura pseudoapizarrada ó en lajas, suministran magníficas baldosas para las banquetas y pavimentos de patios, etc.

Las variedades escoriáceas muy porosas que se designan con el nombre de tezontle, proporcionan un material de suprema calidad para la construcción de bóvedas y muros en los pisos superiores, en atención á su ligereza y por la manera con que cogen el mortero (mezcla), dan una gran solidez á las construcciones. Además de esta aplicación, bastante útil por cierto, el tezontle pulverizado, cuando su composición es á propósito, puede sustituir á la puzolana para la fabricación de cementos.

Las pizarras arcillosas que alternan con las areniscas de la formación lignitífera de Zacualtipán, suministran una arcilla retractaria de muy buena calidad.

La alteración y descomposición de las rocas eruptivas terciarias de las inmediaciones de Zacualtipán, han producido importantes criaderos de kaolín

más ó menos puro, y el cual se utiliza por alguna de las fábricas de la Capital de la República para la fabricación de la porcelana corriente.

Pertenecientes al Terciario Superior son los inmensos criaderos de kaolín de Santa María Coyuca del Estado de Puebla; y estos criaderos están también en explotación, abasteciendo algunas de las fábricas de loza de las ciudades de Puebla y México.

Vienen en las rocas eruptivas terciarias, con especialidad en las rhyolitas, los ópalos de variados y hermosos cambiantes, de Esperanza en Querétaro, Maravatío en Michoacán, Zimapán en Hidalgo y en algunas localidades del Estado de Chihuahua, etc., etc. La variedad llamada hyalita es muy común en los relices, grutas y junturas de las andesitas, traquiandesitas y rhyolitas.

Las obsidianas que con tanta abundancia se encuentran en las zonas eruptivas terciarias, se prestan probablemente á la fabricación de vidrio corriente. Minerales tales como el topacio y la hyalita, son muy frecuentes en las rocas eruptivas; el primero siempre relacionado con las rocas ácidas y muy frecuentemente asociado á minerales de estaño; en cuanto al segundo se presenta no solamente en las rocas ácidas sino también en las neutras.

En las rhyolitas, como en la del cerro Mercado en Durango, se encuentra bajo la forma de vetillas de varios centímetros de grueso, la apatita de la variedad esparraguina.

Época Cuaternaria.

Las rocas cuaternarias diluvianas, aluviales y lacustres, pertenecientes á las divisiones del Champlain y Reciente, son muy comunes en México y se encuentran ocupando la parte superior de los valles y la región de la Mesa Central.

Los depósitos aluviales, que en lo general son de extensión muy limitada, están formados por cantos, guijarros y matatenas de rocas de distinta naturaleza. Como es fácil comprender, estos acarreos en las comarcas en que abundan las rocas ígneas, son de elementos tomados de estas rocas, y en aquellas regiones en que exclusivamente se encuentran las diferentes rocas sedimentarias del Cretáceo, los cantos, guijarros, chinas, matatenas y gravas que entran en la composición del acarreo, son calcáreos ó formados de areniscas y pizarras calcáreas y margosas.

Las dimensiones de los elementos de estos depósitos, indican que han sido formados bajo la influencia de verdaderos torrentes que no permitían la separación de los diferentes cantos y guijarros en capas ó zonas de materiales de diversos tamaños, como sucede en aguas menos impetuosas, en las cuales los elementos depositados están en relación con la energía mecánica de las aguas que los transportan.

Los depósitos en graderías ó terraplenes son muy frecuentes, sobre todo al N. del país en el Estado de Sonora, en los valles longitudinales estrechos; uno de los lugares en donde se ve perfectamente esta disposición de los alu-

viones y diluvium de los valles, es en el Valle de Fronteras y también en el camino del Sásabe al Altar; hay una multitud de otros puntos en donde se presentan menos claramente caracterizados estos depósitos en graderías, verdaderas escalinatas que nos hacen pasar del fondo actual de los valles al fondo que ocuparon en época anterior cuando las condiciones climatéricas de la localidad eran, en lo que se refiere al régimen de las aguas, muy diversas y en todo caso de intensidad mayor que la que poseen en la actualidad.

La distribución de los aluviones antiguos que referimos al Champlain, es la de casi todas las corrientes de agua que circulan actualmente en el territorio, sólo que no coinciden con estas direcciones, ni ocupan exactamente la posición de ellas; se encuentran á niveles más altos y á la derecha ó izquierda de la madre ó álveo en que serpentean ahora estas aguas corrientes, y representan el curso antiguo de los ríos cuando en valles más elevados tenían su curso divagante todavía, debido á la gran pendiente del fondo de su cauce que constantemente se ha ido disminuyendo y ha ocasionado con esto la retirada hacia el interior del Continente á la vez que la reducción en extesión de su tramo torrencial, que á principios del Cuaternario invadía á no dudarlo respectivamente, las costas del Golfo y del Pacífico.

Otras veces los depósitos aluviales se encuentran en la base de grupos poderosos de sedimentos enteramente recientes, y esto debido á que se trata entonces de valles ó depresiones del terreno en los cuales se ha venido verificando un rellenamiento, como sucede en la cuenca de México, Valles de Puebla, Toluca, etc., etc.

Las rocas cuaternarias recientes son barros ó arcillas margosas completamente destituídas de caras de estratificación definidas, y más bien con el carácter de masas ó acumulaciones provenientes ya del desgaste y alteraciones de las rocas comarcanas, transportadas por las aguas y los vientos que en muchos casos han tenido un gran participio en su arreglo definitivo, ya de la alteración y descomposición in situ de muchas rocas bajo la enérgica y variada influencia de las causas que actúan sobre ellas. Así, las calizas cretáceas por incesante acción del aire, unida á las variaciones de temperatura y las aguas de lluvia, se transforman en gruesas capas de arcilla más ó menos impregnadas de carbonato de cal, como residuo último de la acción química del agua, que disuelve todo ó casi todo el carbonato de cal y sólo deja la arcilla que con él venia mezclada en la caliza, para ser repartida por la energía mecánica de la misma agua en las distintas depresiones y oquedades que la superficie del suelo presenta. Otras veces la acción de todos estos agentes de destrucción se ejerce sobre rocas arenosas más ó menos coherentes y cuyo cimento es calcáreo, y el resultado de su acción es la formación, á consecuencia de la disolución del cimento, de arenas enteramente sueltas que los vientos reinantes de la localidad se encargan de transportar y ordenar en médanos interiores de dirección perpendicular á la de los vientos dominantes.

Las aguas superficiales y las someras que circulan por rocas calizas bastante puras, forman en las partes bajas á donde descienden ó brotan, costras

más ó menos gruesas de caliza incrustante ó de alabastro calizo (tecali) que pasan en la misma capa á margas arcillosos que pueden ser ó no arenosas, ó bien alternan con ellas, y esto depende tanto de la interrupción de la acción disolvente de las aguas á causa de las diferentes estaciones, como de la preponderancia, que á veces tiene la energía de transporte que mezcla detritus de la roca con los sedimientos químicos.

Los sedimentos lacustres de la cuenca de México, tales como nos los han dado á conocer varios de los taladros que para pozos artesianos se han hecho en la ciudad de México y en sus alrededores alcanzan una potencia que en algunos puntos pasa de 250 metros; son de carácter muy variable aun cuando los pozos no estén muy separados entre sí, lo cual prueba que dichos sedimentos no son uniformes y hay entre ellos algunos que vienen intercalados bajo la forma de lentes muy aplastados que mueren en cuñas muy agudas, y á la vez, que estos sedimentos son debidos á fenómenos locales que no afectaron superficies de considerable extensión.

En la parte superior abundan las margas arcillosas (barros) que adquieren ya el carácter de légamo ó lodo diluvial, ya el de greda ó arcillas margosas arenosas; estas margas varían del color blanco al negro pasando por tonos verdoso y amarillento y alternan con capas generalmente delgadas de tiza, fitolitas y pómez remolido. En la parte media de la serie de sedimentos de la cuenca, las margas arcillosas son constantemente arenosas de colores amarillento y verdoso y alternan con capitas de arena, que es siempre pomosa en mayor ó menor grado, y en algunos lugares se encuentran también capas de acarreo compuesto de guijarros, chinas y matatenas de andesita. La porción inferior está caracterizada por la preponderancia de tobas pomosas; unas compactas y otras que son verdaderas areniscas y conglomerados pomosos á los cuales se da la denominación común de tepetate.

Entre las rocas cuaternarias tenemos que hacer una especial mención de la toba caliza que unas veces muy mezclada con arcilla y de estructura compacta y uniforme y otras envolviendo fragmentos más ó menos angulosos y arredondados, que la dan el aspecto de brechas ó conglomerados de cemento arcilloso, se designa en México con el nombre de caliche. Otras veces la toba caliza pertenece á las variedades llamadas travertino y caliza incrustante, en cuyo caso es menos impura y tiene la estructura que, según las condiciones en que se depositan, afectan estos sedimentos químicos. La toba caliza compacta viene generalmente impregnada de sílice, que en algunos tramos de los bancos se segrega bajo la forma de nódulos, riñones y guijarros de menilita, y entonces merece la denominación de toba caliza silizosa.

La toba caliza arcillosa (caliche) se presenta unas veces formando costras en las laderas de las montañas calizas ó volcánicas, otras veces en la superficie de los valles y bajíos cubriendo rocas margosas ó areniscas calcáreas y margosas, y finalmente viene intercalada entre las margas formando pegaduras que siguen planos oblicuos ó caras casi horizontales y más ó menos onduladas, colocadas á diferentes niveles y comunicadas por una verdadera red ó

malla de lajas que siguen todas las direcciones posibles, exactamente como sucede con el yeso en las margas yesíferas. La formación de esta toba caliza es muy fácil de explicarse y es debida á la acción disolvente de las aguas de lluvia que obran directamente sobre la roca en que descansa la toba cuando es una caliza ó arenisca calcárea y sobre el producto de alteración de las rocas si estas son ígneas y entre sus componentes se encuentran feldespatos de base de cal, como sucede con los basaltos y labradoritas que frecuentemente están cubiertas por el caliche, para cuya formación definitiva sólo hay que hacer intervenir la acción mecánica del agua que transporta la arcilla para mezclarla más abajo con el sarro ó depósito químico compuesto en su mayor parte de carbonato de cal, pero puede según las circunstancias llevar también sílice que abandona al estado de sílice hidratada. Cuando la toba caliza viene intercalada entre las margas en la disposición y manera que hemos dicho, es debida á la acción de las aguas de filtración que circulan, disolviendo el carbonato de cal de las margas, areniscas margosas, etc., para irlo á depositar más adelante en donde se mezcla con destrozos de marga ó se carga de arcilla. En el fondo de los valles y en general en donde las aguas salen ó corren muy cargadas de carbonato de cal, forman en las inmediaciones de su salida y en el tramo que da principio á su corriente, incrustaciones de formas inmensamente variadas y las cuales dependen de las de los objetos que en su curso encuentran y sobre los que se depositan, originándose entonces todas las variedades de la calcita fibrosa depositada por capas concéntricas.

Hasta aquí sólo hemos considerado los depósitos de toba caliza formados por la acción del agua á la temperatura ambiente; pero hay otros depósitos que son sumamente abundantes en el Valle de Puebla, y no escasean en el de México, los cuales depósitos son debidos á la acción de las aguas termales, manifestaciones que en la actualidad recuerdan la energía del vulcanismo de otros tiempos; que al circular á través de rocas calizas, margosas ó ígneas que contengan silicatos de cal entre los feldespatos de su masa disuelven el carbenato de cal, una proporción no pequeña de sílice, gracias á la temperatura del agua que aumenta su poder de disolución y finalmente, sales de magnesia y otras. Esta toba caliza en lo genoral silizosa y menos arcillosa que las anteriores, es unas veces porosa, llena de oquedades y de formas muy bizarras, y otras es una roca bastante compacta de color amarillento de diversos tonos. Se encuentra ora en la superficie cubriendo á la tierra vegetal como roca que se forma en nuestros días, ora intercalada á diferentes niveles bajo la forma de costras irregulares en contorno y espesor según la antigüedad relativa de su formación y siempre en relación con las rocas ígneas que, obstruyendo la circulación de las aguas someras, las obligan á salir á la superficie después de haber elevado por su contacto la temperatura de las aguas.

Distribución Geográfica.—Los depósitos cuaternarios se encuentran diseminados en toda la República con el carácter de depósitos locales y de edad más ó menos cercana á la actual. Es la formación que cubre las mesetas, reviste

en mayor ó menor grado las vertientes de las montañas, rellena los valles profundos, azolva los lagos y tiende á nivelar todas las depresiones del suelo.

Erupciones.—En la época cuaternaria ha habido en México varias erupciones de rocas ígneas pertenecientes á distintos tipos petrográficos. Las erupciones basálticas han sido numerosas y han tenido lugar en puntos más ó menos lejanos sin que podamos con precisión fijar el órden cronológico de su sucesión. La erupción más antigua, que probablemente deberá referirse al fin del Plioceno, es la que se encuentra reducida á pequeños girones que cubren en la actualidad la cima de montañas formadas por circundenudación y á las cuales imprimen la forma truncada que se designa en México con el nombre de mesas; estas corrientes que se presentan en el Valle de Tula y otros muchos puntos del país, indudablemente no son sincrónicas, pero representan el primer período de emisión de lavas volcánicas cuaternarias, pues que cubren rocas en su mayor parte pomosas y margosas que hemos referido al Plioceno y de carácter petrográfico muy semejante si no idéntico al de las tobas volcánicas en que se han encontrado fósiles cuaternarios. La segunda erupción basáltica se encuentra cubriendo las hondonadas y depresiones del terreno, originadas por la acción de las aguas que bajan de la primera corriente basáltica, esta segunda corriente se ve perfectamente clara en el Arroyo del Salto á la salida del Tajo de Nochistongo, en la Hacienda del Salto, que debe su nombre á la caída de las aguas que corren por la superficie de esta corriente de lava, que al irse destruyendo va retrocediendo y con esto disminuyendo su altura; en el borde actual se descubre la toba pomosa de la parte superior de la formación de Nochistongo, tostada y convertida en una especie de ladrillo, debido al contacto de la corriente de lava basáltica.

Corrientes más modernas y posteriores á la existencia del hombre en la cuenca de México, son las de los volcanes de Santa Catarina y el volcán del Xitli que dió origen al pedregal de San Angel, cuya erupción es quizá la más reciente de las dos que venimos considerando, puesto que no solamente cubre á las rocas modernas del Valle, sino que debajo de ella se han encontrado osamentas humanas y restos de cerámica tosca, y es sin disputa una erupción que ha debido tener lugar en la época histórica.

Estas no son todas las erupciones basálticas del centro del país, sino que son las más notables en las inmediaciones de la capital; en otras partes del país, tales como el valle de Guadalajara, se han sucedido numerosas erupciones de basalto, como lo demuestran los datos que en su "Ensayo Geográfico y Estadístico del Estado de Jalisco" ha publicado el Sr. Profesor Bárcena.

Las erupciones enteramente históricas y que podemos considerar como de nuestros días, pues datan del siglo pasado cuando apareció el Jorullo, y las más recientes y actuales de las erupciones del Ceboruco y el Colima, demuestran que el vulcanismo que ha tenido una máxima energía en el Terciario, no se ha extinguido completamente en el país y que hace sus manifestaciones ya por verdaderas erupciones como las que han tenido lugar en la épo-

ca histórica en el Tuxtla, Popocatepetl y Jorullo, ya por las que se están verificando ahora en el Ceboruco y el Colima, ó bien por fenómenos enteramente dependientes de él, tales como las numerosísimas fuentes termales repartidas en todo el país, y aun por la existencia de verdaderos geyseres como en el cerro de San Andrés en Michoacán, ó por los restos ó pilones de tobas calizas que, como en el valle de Puebla, han formado los geyseres calcaríferos al dejar abandonada cerca y en el contorno de su salida la caliza que las aguas termales traían en disolución más ó menos cargada de sílice.

Criaderos Minerales.—En los terrenos cuaternarios sólo se conocen yacimientos detríticos del tipo Aluviones metalíferos, que en México se designan con el nombre de placeres: los hay auríferos en la Baja California, Sonora, Chihuahua, Durango, Tepic, Oaxaca, Guerrero, Jalisco y Michoacán: los placeres estañíferos se conocen en los Estados de Durango, Zacatecas, Guanajuato, San Luis Potosí y Jalisco; y los ferríferos los hemos visto en el Bolsón de Mapimí, en la porción que corresponde á los Estados de Durango y Coahuila; es muy probable que se encuentren en otras partes del país, especialmente cerca de los placeres estañíferos, pero que su poca importancia industrial ha hecho que hayan pasado desapercibidos.

Materiales de construcción y productos diversos.—Las labradoritas, basaltos, etc., del Cuaternario, pueden recibir las diferentes aplicaciones que se dan á las rocas ígneas terciarias del país, y el basalto del Pedregal de San Angel así como el de Santa Catarina, tiene en la Capital de la República muchísimas aplicaciones, entre otras para la construcción de cimientos, cintas, guardas de banquetas, pavimento de patios. adoquines, revestimiento de muros, etc. El basalto micacífero de Puebla, es la piedra de construcción por excecelencia empleada en todos los grandes edificios de esa ciudad, y sobre todo para los templos, en cuya arquitectura monumental se aviene bien el color gris más ó menos obscuro del basalto.

Las tobas volcánicas (tepetate) constituyen el material de construcción más generalmente usado en la ciudad de México; y en Puebla se emplea una especie de brecha volcánica de pequeños elementos que pasa á una verdadera arenisca de granos grueso y fino á la cual se da el nombre xalnene.

Las tobas calizas arcillosas suministran un buen material de construcción para muros por ser generalmente poco pesadas y bastante porosas para coger el mortero, lo cual da bastante solidez á las construcciones hechas con estas rocas, aparentemente poco adecuadas para esta aplicación. En algunos lugares en que es muy abundante esta roca y se encuentra en costras de gran espesor, se la corta en sillares y se la emplea en sustición de la cantera; entre los lugares en que se hace más uso de esta roca, se pueden citar Lampazos, cuyos edificios están construídos con ellas, Monterrey en donde se la emplea en sillares, y Puebla en donde bajo la forma de ripio tiene un consumo grandísimo.

Como material de construcción por su belleza y demás cualidades, merece una mención especial el tecali, llamado generalmente ónix en el comercio; es

una roca que por su edad geológica y por su génesis está muy intimamente ligada con las tobas calizas y calizas incrustantes, de las cuales no viene á ser sino una variedad, debida á modificaciones de la estructura, condiciones en su depósito y á la mayor pureza relativa de su composición. Como la toba caliza esta roca se forma en las inmediaciones de rocas calizas más ó menos puras, ó de pizarras cargadas de mayor ó menor cantidad de carbonato de cal, carbonato que en cualquiera de los dos casos considerados, es disuelto por las aguas corrientes y abandonado más adelante en ligeras costras, que sobrepuestas unas á otras y con una composición más ó menos idéntica, forman los depósitos de esta bellísima roca que como material para la ornamentación difícilmente será sustituída por otra.

Casi todos los tecalis mexicanos son de la época Cuaternaria: entre las muchas localidades que he tenido oportunidad de visitar, sólo he encontrado las canteras de tecali blanco de San Antonio de las Salinas en las inmediciones de Tehuacán que pueden referirse casi con certeza á la porción superior del Plioceno. Estás canteras están formadas por los depósitos que rellenaron un estrecho sinclinal entre las calizas y pizarras del Cretáceo; la acción erosiva de la aguas ha destruído las rocas que le sirven de apoyo en uno de sus lados, y hoy se presenta bajo la forma aparente de un gran crestón bastante elevado sobre las corrientes de agua y depresiones actuales del terreno. La toba caliza, que es generalmente arcillosa, produce por la calcinación cales cuya hidraulicidad está en relación con la cantidad de arcilla que la toba contiene, dependiendo la calidad de estas cales de la presencia de algunas otras substancias que no se encuentran constantemente en las tobas, y á las cuales se debe que las tobas calizas, especialmente las silizosas, se puedan ó no aplicar á la fabricación de cementos.

III

Si de la naturaleza y aspecto que nos ofrece un terreno. podemos inferir la naturaleza de las causas que lo originaron y las condiciones en que tuvo lugar su depósito; si de la posición y situación que tienen en la actualidad los sedimentos de una formación, grupo, división ó piso, podemos venir en conocimiento de las causas que motivaron ó contribuyeron á dicha posición; si la presencia de las rocas ígneas nos permite apreciar las modificaciones y trastornos que cuando su eyección á través de las masas de rocas sedimentarias han producido; y si el carácter de los fósiles en los sedimentos sepultados nos están indicando la profundidad y las condiciones de tranquilidad ó agitación de las aguas en que vivieron, cuando son marinos ó lacustres, y si terrestres las condiciones topográficas del suelo en donde se desarrollaron, y tanto en uno como en otro caso las condiciones climatéricas que reinaban en su época de vida; conocidas ya por lo que se ha expuesto en el capítulo anterior, las nociones generales más indispensables de la Geología Mexicana; co-

nocidos por esto mismo los materiales que han entrado en la constitución de los diferentes sedimentos y su distribución ó reparto dentro de ellos, vamos ahora, con el auxilio de estos mismos materiales y el de su distribución geográfica actual, á tratar de dar una idea de la configuración y movimientos de nuestro suelo en los diferentes tiempos geológicos, ó sea una breve reseña de sus diferentes condiciones físicas, que como es sabido se reduce á recitar la historia de las largas luchas entre las dos potencias rivales, el Océano y las fuerzas continentales que se han sucedido, ya continuadas, ya interrumpidas á veces por grandes períodos de tiempo, que corresponden al dominio respectivo de cada una de estas potencias.

Cuando se formó por primera vez en la superficie de la tierra todavía incandescente, una corteza sólida, relativamente bastante resistente y estable, y que el vapor de agua contenido entonces en una inmensa proporción en la atmósfera, se condensaba para formar los océanos primitivos, ó más bien dicho, el océano primordial, el Sur de México y una parte de su costa occidental emergieron á la superficie de esas pristinas aguas constituyendo un grupo de islas más ó menos vecinas, ó quizá un solo núcleo primitivo que con el del Norte del Continente, sirviera de punto de apoyo inicial á la serie estratigráfica que inaugurándose entonces había de venir á formar en la sucesión de los tiempos geológicos el macizo continental de la América del Norte. Entonces se formaron las rocas esquito-cristalinas, los gneiss y micapizarras cuya enorme masa, que sin cesar se aumentaba por la base, debía suministrar á los océanos futuros todos los materiales que hubieran menester para sus colosales depósitos sedimentarios.

Esta porción del cimiento fundamental de la costra sólida de nuestro planeta, ha sido sepultada después y ocultada á todas las miradas, cubierta en la mayor parte de su extensión por enormes mantos entre cuyo depósito han tenido lugar varias y prolongadas interrupciones.

Si admitimos que las denudaciones entonces iniciadas han obrado sobre estos depósitos en todos los tiempos posteriores de una manera bastante sensible y más ó menos uniformemente continuada, demostraremos por esto mismo que depósitos más recientes que estos macizos primitivos, se han debido formar en los mares que los circundaban, ya en porciones de nuestro territorio que cubiertas por posteriores sedimentos, nos son hoy desconocidos, ya en regiones más ó menos lejanas, algunas de las cuales están hoy cubiertas por las aguas de los mares.

Por la carencia de terrenos pertenecientes á los dos primeros períodos del Grupo Paleozoico en la República Méxicana, parece racional admitir que su territorio, que durante el Azoico estaba reducido á varios islotes (ó tal vez á una sola faja de tierra muy larga y muy estrecha que se extendía en toda la parte occidental del país desde California hasta Tehuantepec y Chiapas), sufrió durante el Silnriano y Devoniano un movimiento ascendente que hacía que la región emergida de las aguas probablemente desde á fines del Huroniano fuera constantemente en creciente, y los diversos movimientos de los

mares que no debían permanecer inactivos, y cuya acción probablemente no encontraba obstáculo alguno que la moderase, se encarnizaban con una fuerza irresistible y continuada contra las islas de rocas cristalinas en ellos esparcidas, acumulando así de una manera muy rápida y á expensas de los gneiss y micapizarras, de los granitos, pegmatitas, etc., de las islas é islotes mexicanos, una parte de los sedimentos indudablemente sepultados bajo las aguas de los dos océanos.

Con certidumbre nosotros no podemos deducir que en las vastas superficies de rocas primitivas que hoy se encuentran completamente descubiertas no hayan existido estratos más ó menos poderosos, los cuales hayan sido destruídos ó acarreados por la acción erosiva de las aguas en el transcurso de los tiempos geológicos subsecuentes.

Vemos, pues, que en los períodos Siluriano y Devoniano, México presentaba una larga y estrecha superficie continental que quizá con más propiedad debe llamarse una colosal península del Continente Norte Americano con la dirección N.O. á S.E.; mas hubiera sido necesario para la vida, una tenacidad extraordinaria á fin de que llegara á establecerse sobre estas rocas estériles, continuamente sometidas á los implacables furores de un cielo siempre cargado de tremendas tempestades. Las lluvias torrenciales frecuentes en estos períodos acarreaban hacia los mares los productos de la alteración de estas tierras vírgenes á medida de su formación, y con esto no permitían el depósito in situ y continental de los restos orgánicos de la vida que se desarrollara en aquellas tierras.

La carencia absoluta de datos paleontológicos y estratigráficos relativos á la primera subdivisión ó piso del Sistema Permo-Carbonífero autoriza la creencia de que durante el tiempo correspondiente al depósito de sus sedimentos en otra parte del Globo, se continuaba en nuestro territorio el movimiento ascendente que había tenido lugar en los períodos anteriores, y hace aceptable la hipótesis de que fué durante el transcurso de este inmenso período de tiempo, cuando se unieron los islotes que repartidos según una dirección bastante bien definida, llegaron á constituir el esqueleto ó armazón fundamental sobre la cual y en sus bordes y obedeciendo siempre á un movimiento en retirada de las aguas oceánicas, se empezó no sólo á bosquejar esta interesantísima fracción del Continente Norte Americano, sino que el fin de este gran período de retirada de las aguas, inició también el dominio de la vida que, unas veces continental y otras marina, había de dejar en nuestro suelo huellas inequívocas, duraderas é instructivas que sirvieran para manifestarnos la marcha progresiva ó de perfeccionamiento que seguía en su desarrollo.

La configuración de nuestro país en el Sub-Carbonífero y parte del Carbonífero fué casi la misma que la de los períodos anteriores, con la ligera modificación de pequeñas adiciones en el dominio continental, que en nada vinieron á alterar el relieve; pues que no existe documento que nos indique cambio alguno, si no es el desgaste y destrucción por eroción de las eminencias de rocas primitivas que hubieran formado pequeños grupos de montañas en

la parte occidental del país que se encontraban sujetas á la incesante acción devastadora de las entonces frecuentes y torrenciales aguas salvajes, que, en su rápido movimiento circulatorio en las escasas tierras emergidas, ejercían su acción destructora con una energía incomparablemente superior á las aguas corrientes de nuestros tiempos.

Durante el Hullero toda la parte central y septentrional del país que hemos visto en la vía de emersión, probablemente desde á principios del Cambriano, había sido sometida desde entonces á un régimen completamente continental, del cual por desgracia no nos ha quedado vestigio alguno. A la vez que esto pasaba en la parte N., en el S. se verificaba un fenómeno contrario y los océanos Atlántico y Pacífico que circundaban por esta parte á nuestro territorio en aquel entonces, hacían una invasión en la masa continental de Norte América constituyendo los depósitos, de mar profundo de que hemos hablado en otro lugar, cuyos depósitos compuestos de caliza compacta, encierran los restos del productus semireticulatus.

El Triásico fué un período de hundimiento gradual que, midiéndolo por el espesor que conservan los sedimentos que á favor de dicho hundimiento se formaban en las lagunas, pantanos y esteros de la Costa del Pacífico, debió alcanzar probablemente más de mil metros, pues en la actualidad pasan de 600 metros los sedimentos triásicos de Sonora. Este hundimiento se verificaba enmedio de lentos y cortos levantamientos frecuentemente interrumpidos, los cuales venían á modificar la naturaleza de los depósitos, intercalando areniscas de grano grueso y conglomerados en delgadas ó gruesas capas según la duración de las interrupciones.

La posición de las capas de la costa del Golfo de California y especialmente las del centro del territorio en Puebla y Oaxaca, están demostrando que, después de que se terminó su depósito, han estado sujetas á un levantamiento entonces iniciado, y el cual, continuando en todos los tiempos desde entonces comprendidos hasta nuestros días, ha acabado por llevarlas á más de mil metros sobre el nivel del mar en el Estado de Puebla, y á más de dos mil en el de Oaxaca.

No obstante la evidencia de las invasiones que el mar debió hacer en nuestro suelo en el Triásico, cuando tenía lugar el hundimiento que patentizan los depósitos triásicos que hemos estudiado en el país, la falta de sedimentos marinos en estas rocas no nos permite trazar la línea que limitara en aquel entonces los dominios respectivos de los mares y del continente; pero esta misma falta de rocas formadas en el seno de aguas marinas nos está indicando que el dominio de la tierra firme se extendía notablemente más hacia el O. de lo que se extiende en la actualidad y que los depósitos de costas que entonces se formaron han sido posteriormente sumergidos más y más.

Mientras que el Triásico fué un período de grandes pantanos y lagunas repartidas en las tierras bajas cerca ó en las playas de los mares triásicos, con los cuales algunas de dichas lagunas pudieron tener comunicación, el Jurási-

co en lo general está caracterizado por mares continentales y de agua profunda.

Algunas de las rocas jurásicas parecen haberse formado en aguas de poco fondo en un mar interior que estaba sometido á un hundimiento prolongado, en tanto que otros se depositaron en las zonas abisales de los mares jurásicos.

Después del gran período continental del Triásico, el már, que parecía haberse alejado para siempre del suelo mexicano, lo invade de nuevo.

Esta invasión fué consiguiente á cambios verificados en el período anterior. Así, el levantamiento de las regiones triásicas del N.O. y S. del país, levantamiento que empezó á fines del Triásico, puso en seco la región pantanosa y baja en que habían tenido lugar los depósitos triásicos y rechazó hacia el S. y el E. los mares del Jurásico Inferior y Medio. Al terminar la segunda división del período Jurásico todo el centro y S. del país por una especie de movimiento de báscula, se hundía, y las aguas de los mares del Jurásico Superior invadieron entonces grandes porciones del territorio desde Coahuila á Oaxaca.

Durante el período Cretáceo, el suelo de México estuvo sujeto á una inmersión continuada hasta terminar el Cretáceo Medio, y las aguas que á fines del Jurásico habían empezado una vastísima invasión, se extendían incesantemente conquistando el dominio de la tierra firme, que gradualmente iba desapareciendo cubierta por las aguas de los dos océanos, que al empezar el Cretáceo Medio se comunicaban uno con otro y habían cubierto ya casi todo el territorio de la República, que quedaba definitivamente convertido en un mar profundo, en el cual se destacaban islotes numerosos formando un archipiélago.

Las rocas cretáceas inferiores, por su estructura y la naturaleza de sus fósiles, indican que fueron formadas á lo largo de la costa de los mares cretáceos en las aguas poco profundas y más ó menos turbias de verdaderas ensenadas ó de estrechos golfos que alcanzaban los puntos más interiores de la tierra firme.

Las calizas del Cretáceo Medio, relativamente bastante puras, indican por el contrario una mar más clara, más tranquila y más profunda; mientras que en donde estas calizas alternan con las areniscas y pizarras, están mostrando los efectos de las diversas invasiones del Continente por aguas de poco fondo, agitadas y en las cuales descargaban crecientes más ó menos impetuosas, y cuyo fondo experimentaba alternativas de levantamientos y hundimientos.

Antes de terminar el Cretáceo Medio se inició un levantamiento general cuyo resultado fué la emersión, á principios del Cretáceo Superior, de casi toda la superficie que había sido cubierta por las aguas del Cretáceo Medio. El Cretáceo Superior fué pues una época de retirada del Atlántico, durante la cual el dominio del Continente fué gradualmente en creciente. Es en esta época cuando ha tenido lugar el plegamiento de las capas de calizas cretáceas que del centro del país á las costas se iban ordenando en pliegues casi para-

lelos cuya altura, estrechamientos, estrangulamientos y rupturas dependían de la energía de la presión que los formaba, así como de su elasticidad, compresibilidad y demás propiedades físicas.

A consecuencia de la formación de estos pliegues de rocas calizas que venían á bosquejar el relieve actual del país, se verificaba en el seno de las aguas del Cretáceo Superior, una serie de oscilaciones verticales que originaban los depósitos sedimentarios de esta última división del Cretáceo, que como se ha dicho son areniscas y pizarras margosas que descansan en pizarras margosas y calcáreas.

Al empezar la Era Cenozoica el mar había abandonado por completo todo el centro, parte del S. y N. y todo el O. del país, pero no abandonó de la misma manera la región N.E., E. y S.E. donde el carácter de los sedimentos nos indica que un profundo cambio había tenido lugar en el régimen de las aguas y que el suelo submarino había sido notablemente levantado.

La configuración de la República al comenzar el Cenozoico, aunque se aproxima ya bastante á la configuración que debía adquirir en el Cuaternario, presentaba aún diferencias bastante notables. Así, el territorio mexicano tenía la forma de una gran península triangular cuyo vértice debía quedar en la región que hoy ocupa la América Central; el ancho del territorio era notablemente menor que el que tiene en la actualidad. El Pacífico estaba limitado por líneas de costa situadas más al O. y la península de la Baja California no había sido separada todavía del continente. El golfo de México muchísimo más abierto y con un contorno muy diferente y notablemente más irregular, se internaba más al O. y muy particularmente hacia el S. y S.O., en donde probablemente se unía con el Pacífico por algunos puntos situados al S. de Guatemala; las penínsulas de Yucatán y Florida se encontraban aún cubiertas por las aguas del Atlántico.

Durante el Eoceno, enmedio de una serie de oscilaciones verticales numerosas, tuvo lugar un levantamiento general del fondo del Atlántico que ocasionaba la retirada de sus aguas y hacia que las conquistas del continente se extendieran algo más hacia el Este.

Al concluir el Eoceno, las aguas del Atlántico, á causa de un hundimiento que tenía entonces su comienzo y debía continuarse en casi todo el transcurso del Mioceno, volvieron nuevamente á invadir, pero ya no en toda su extensión, las mismas regiones que en el Eoceno habían ocupado. En este mismo período, las aguas del Pacífico empezaron la invasión del continente, que antes del fin del Mioceno vinieron á formar el Golfo de California y con esto se produjo la separación del continente de la primera península de nuestro territorio, ó sea la península de la Baja California.

Ya á fines del Mioceno se iniciaba un nuevo levantamiento en la región atlántica, que obligando al mar á abandonar una gran parte de sus dominios anteriores, había de venir á terminar con la emersión á principios del Plioceno, de la Península de Yucatán y toda la parte S. del país, que al comen-

zar la Era Cenozoica hemos visto sepultada debajo de las aguas de océanos entonces reunidos.

En la costa del Pacífico, especialmente en la parte situada al N. el hundimiento parece haberse continuado hasta el Plioceno, y gracias á este hundimiento el Golfo de California pudo llegar en el curso del Plioceno hasta muy cerca del Pacífico, por el rumbo de San Diego, California, y probablemente á favor de ciertas depresiones del suelo de la península llegaron á comunicarse el Pacífico y el Golfo de California, pues que entonces avanzaban el uno hacia el otro, y en esta época, relativamente reciente, si las cosas pasaban como lo acabamos de indicar, la Baja California quedó convertida en una isla que se hallaba separada por un canal de la Alta California, de la cual es en nuestros días la continuación; pero como quiera que no poseemos datos auténticos que autoricen por completo nuestra suposición, se puede aceptar como muy probable que en el Plioceno la Baja California sufrió en su parte N. á la altura de San Diego un fuerte estrechamiento que á guisa de istmo, quizá exclusivamente formado por las rocas antiguas de la cadena central de la península, la ligaba con el resto del continente.

Antes de terminar el Plioceno, las aguas del Pacífico empezaron una retirada que dió por resultado el abandono por el Golfo de California de las tierras que al N. había cubierto y el ensanchamiento de la península por nuevas adiciones hechas en sus dos costas, así como su vuelta á la condición de península, en el supuesto de que hubiese sido isla en la invasión que precedió á esta retirada de las aguas, ó bien se estableció más amplia comunicación con la tierra continental, dado caso que no hubiese cambiado en el curso del Plioceno su condición peninsular.

Del lado del Atlántico en el transcurso del Plioceno hubo varias alternativas de hundimientos y levantamientos; al principio del período tuvo lugar un levantamiento, sucedióle un hundimiento bastante prolongado y finalmente vino un levantamiento que parece haberse continuado en el Cuaternario para algunas partes por lo menos.

Fué, pues, el Cenozoico una éra de numerosas y variadas oscilaciones; éra de movilidad extraordinaria de nuestro suelo; éra de luchas incesantes que, después de muchas y diversas alternativas de importancia muy diferente, vino á terminar con el triunfo completo de la tierra firme ó sea de las fuerzas continentales.

TERCERA PARTE.

ROCAS ERUPTIVAS,

POR EZEQUIEL ORDOÑEZ.

La porción de tierras emergidas que en las edades paleozoicas determinaron el primer indicio del vasto continente americano, consistía, en lo que forma parte del territorio mexicano, de un angosto y alargado espinazo, verdadero esqueleto que se prolongaba al N. uniéndose con los primeros macizos de las Montañas Rocallosas, como al S. con elevaciones de igual tiempo, las que ensanchadas más tarde y multiplicadas por decirlo así con la aparición de nuevas rocas, había de constituir después el sistema orográfico conocido con el nombre de Cordillera de los Andes. La unidad orográfica de toda esta cadena primaria continental parecía perderse por varias soluciones de continuidad; pero siempre quedaban grupos de islas; archipiélagos que definían por su posición los eslabones de una sola cadena continental. Es en la parte que en México se designa con el nombre de Sierra Madre Occidental donde debemos encontrar los principales tipos de rocas eruptivas antiguas, asociadas en una buena parte á pizarras cristalinas y á algunos sedimentos aunque poco extensos relativamente, de las primeras edades.

La Sierra Madre se extiende á lo largo de las costas del Pacífico con una dirección media de S.E.-N.O. y en la que las vertientes del O. en general de rápido descenso hacia las costas, presentan notable contraste con las vertientes del E. donde multiplicados estribos ó sierras secundarias paralelas á la principal, sirven de soporte á la extensa planicie de la Mesa Central.

Los principales movimientos eruptivos que en épocas posteriores al Cretáceo aumentaban su relieve, se verificaban esencialmente en las vertientes del E. donde se nos ofrece, con cierto grado de uniformidad, la serie moderna completa de rocas desde tipos de estructura claramente granítica que inauguraron la serie, hasta las rocas basálticas de los tiempos cuaternarios.

La extensa región volcánica que ocupa la parte central del país separa por decirlo así en dos grandes partes las regiones de rocas antiguas; pero la continuidad se manifiesta por un apéndice de rocas cristalinas en el extremo occidental de la región volcánica.

Sin pretender entrar en detalles minuciosos sobre la extensión de cada una de las especies de rocas eruptivas ni en detenidas observaciones petrográficas, nos concretaremos simplemente á dar alguna idea de nuestras provincias petrográficas indicando de cada una de ellas las especies dominantes, comenzando desde luego con las rocas graníticas antecretáceas.

Poco conocemos acerca de la distribución de las rocas graníticas antecretáceas á lo largo de la península de la Baja California. Sin embargo por los datos que hemos podido recoger de viajeros americanos y nacionales, rocas graníticas antiguas dominan en general en las serranías vecinas á las costas del Pacífico ó sea frente á las costas occidentales de la península; casi siempre asociadas estas rocas á grupos extensos de pizarras cristalinas. En efecto, existen granitos del tipo común en las regiones auríferas de Real del Castillo y Santa Clara en el extremo N. de la península, en difesentes puntos de la sierra costera entre las puntas de San Eugenio y de Abreojos, cerca del cabo de San Lázaro y de la bahía de Magdalena y en pequeños tramos entre La Paz y el cabo de San Lúcas. Del lado del Golfo de Cortés en las sierras que se extienden entre San Ignacio y S. Borja también se presentan hermosos tipos de granitos cortados por numerosos diques de pegmatita conteniendo granates y jergón. Las pegmatitas abundan en la región vecina á los placeres de Calamahi donde se encuentran también granitos turmaliníferos. Las granulitas son también abundantes en estos lugares.

Dioritas cuarcíferas micáceas dominan cerca de la Ensenada de Todos Santos, [1] así como también diabasas las que se presentan igualmente en S. Antonio y el Triunfo cerca del extremo S. de la península donde encontramos algunas anfibolitas.

En la región de Hermosillo, Sonora, en una porción del Distrito de Moctezuma, el granito ocupa grandes extensiones atravesado por diques de pegmatita, y ya en el Distrito de Altar las sienitas y dioritas reemplazan al granito.

En la misma Sierra Madre y en su parte comprendida en los Distritos del N. y centro del Estado de Sinaloa en que pizarras cristalinas se hallan cortadas por rocas graníticas, es importante hacer notar el limitado espacio que abarcan los granitos propiamente dichos; pues de nuestras rocas de aquellas localidades su mayoría pertenecen á las granulitas, sienitas, dioritas, etc., y solamente en regiones muy limitadas á la vez que muy diseminadas encontramos los granitos conteniendo frecuentemente dos feldespatos.

En la región S. del Estado de Puebla en los Distritos de Chiautla y Matamoros, se presentan los granitos ya micáceos, ó anfibólicos en macizos á través del gneiss ó de pizarras verdes, formación que se prosigue en varias partes de los Estados del S., región extraordinariamente montañosa interrumpida en varios puntos por rocas eruptivas modernas, esencialmente rhyolitas y andesitas ó bien por rocas estratificadas generalmente cretáceas.

1 Lindgren.–Proc. Cal. Acad. Sci. 2nd. Ser. Vol. II.

En el Estado de Jalisco, en el Cantón de Mascota y en los flancos de la sierra hacia el Pacífico se encuentra el grupo de montañas del Desmoronado formadas de granitos asociados á cuarcitas y á otras pizarras metamórficas.

En el centro y O. del Estado de Oaxaca se observa una extensa formación de granitos y dioritas cubiertas algunas veces por brechas y conglomerados cuarzosos modernos. Los granitos están atravesados y en partes cubiertos por pegmatitas gráficas, así como las dioritas ya micáceas ó amfibólicas por diques más ó menos gruesos de granulitas y microgranulitas conteniendo algunas veces granate. Estos macizos eruptivos se subordinan á los gneiss, micapizarras y cloritas pizarras, así como á bancos de calizas cipolinas, siendo esta región una de las pocas en donde han sido encontradas estas calizas.

Con grandes interrupciones por rocas eruptivas modernas y sedimentos, se pueden seguir los macizos antíguos, con preponderancia de los granitos, al aproximarse á las costas del Pacífico y hasta el Istmo de Tehuantepec.

La modificación de estructura de los granitos á las granulitas y pegmatitas, frecuentemente se realiza en rocas de emisión posterior á aquellos; lo mismo que la presencia de elementos minerales que caracterizan nuevos tipos; así: de las granulitas se llega algunas veces, aunque raras, hasta los pórfidos petrosilizosos, con transición por las microgranulitas; así como por otra parte la presencia dominante en el grupo de los granitos de las plagioclasas y de elementos ferromagnésicos establece los pasos á las dioritas ó bien á sienitas y diabasas cuya aparición vuelve á tener lugar con cierta extensión en las primeras emisiones de rocas recientes, en macizos muchos de ellos independientes de la Cordillera occidental, con caracteres de estructura muy poco diferentes de iguales tipos de rocas antiguas.

Las rocas que se han manifestado posteriormente á los tiempos cretáceos constituyen las formaciones eruptivas dominantes de nuestro suelo.

En las rocas que inauguran esta prolongada época de emisiones eruptivas son casi siempre ó las más veces rocas graníticas como granulitas, raras veces sienitas, abundantes dioritas andesíticas y algunas diabasas. Pero hay que notar la íntima relación que liga á estas especies distintas de rocas, pasando de una á otra con frecuencia por gradaciones insensibles. Más aún; la estructura degenera algunas veces á una estructura ofítica y aun á una estructura traquítica de apariencia semejante á las verdaderas porfiritas ó á tipos andesíticos. Un fenómeno tan frecuente en variadas localidades mexicanas tiene que servir de comprobación á la teoría de Mr. Yddings sobre la diferenciación de los magmas, teoría que va siendo día con día de mayor aplicación.

Las rocas recientes que por su estructura se aproximan á las de la serie antecretácea, constituyen macizos importantes en muchas localidades del país, sobre todo en las regiones central, N. y N.E., asociadas las más veces á las calizas cretáceas en los diferentes pisos que en esta época se consideran. La estructura granulítica es la que domina en esta serie, que se modifica alguna

vez ya hacia el tipo superior para acomodarse á la de los granitos, ó bien descender por las microgranulitas á una especie de ortofiros y rhyolitas.

En la sierra de los Reyes cerca de Jiménez, Chihuahua, la roca más extendida es una granulita porfiroide con feldespato, oligoclasa en grandes cristales de color rosado. Esta roca está atravesada por delgados filones de microgranulitas muy cargadas de hornblenda. A esta aparición de granulitas se ha seguido, en la misma sierra, la emisión de una roca cuya estructura en parte microgranulítica y en parte formada de microlitas de ortoclasa, forma el paso de aquellas hacia los verdaderos pórfidos sieníticos, á los que queda referida dicha roca. Las calizas cretáceas estratificadas, plegadas y dislocadas, han sufrido el metamorfismo consiguiente al inmediato contacto con las rocas eruptivas, pasando aquellas á calizas semi-cristalinas. Lo más notable en esta región es la presencia de criaderos minerales que aquí, como en formaciones análogas, se interponen en el contacto de dichas calizas y las rocas eruptivas, existiendo en la parte superior de los criaderos, silicatos de metamorfismo tales como el granate y la epidota. En algunas minas abiertas en distintos lugares de estas montañas, los carbonatos y silicatos de cobre son los minerales dominantes.

La sierra de Peñoles cerca de Río Florido, Chihuahua, se halla formada igualmente de granulitas recientes, cortadas por delgados filones de pegmamatita con cristales de microclina verde.

Las calizas cretáceas del Mineral de Peñoles en el Estado de Durango, importantes por los criaderos de minerales plomosos argentíferos que rellenan las cavidades y grutas en estas rocas, se hallan en contacto con granulitas. Existen también rhyolitas que son las que forman los coronamientos ó la parte superior de las montañas de esa localidad.

Se mencionan del Estado de Sonora algunos lugares donde existen granulitas y dioritas andesíticas terciarias. [1]

En la región de Mazapil en el Estado de Zacatecas, las calizas cretáceas y los estratos superiores del Jurásico, han sido interrumpidos por gruesos macizos de dioritas andesíticas y dioritas cuarciferas. En las calizas se encuentran vetas y aun yacimientos irregulares de minerales plomosos argentíferos ó cupríferos que son explotados en diferentes lugares, como en Concepción del Oro, Mazapil, etc.; estos minerales á veces vienen acompañados con hematita y magnetita. Algunas vetas de Mazapil se alojan precisamente en el contacto de las calizas y de las dioritas, haciendo sufrir estas á las primeras un avanzado metamorfismo que las lleva en las paredes mismas del filon, á transformarse en calcita algunas veces teñida en verde por los minerales de cobre, siendo naturalmente este carbonato de cal el que forma la matriz principal de los criaderos.

Iguales emisiones de dioritas y diabasas aparecen cerca del Mineral de Zuloaga, al N.O. de Mazapil.

1 Véase la descripción del Terciario Mexicano en la parte de este libro escrita por el Sr. Aguilera.

También las calizas del Cretáceo, asociadas á dioritas andesíticas, dan en su contacto masas importantes de minerales de fierro. Citaremos el Cerro Mercado en Monclova, Coahuila, la sierra de Baoz cerca de Río Florido en Chihuahua

Las granulitas asociadas á las calizas, traen también minerales de fierro en Comanja, Jalisco, y que varían desde un aspecto casi porfiroide con pirita de fierro diseminada hasta microgranulitas de grano fino.

Las sienitas y dioritas andesíticas recientes se presentan con mayor abundancia que las granulitas, lo mismo en la región N. que en el centro; y es muy probable que su aparición sea contemporánea de aquellas, pues los caracteres de yacimiento y los depósitos á través de los cuales aparecen, no presentan diferencias apreciables.

En Hidalgo, cerca de los criaderos en explotación en la Encarnación, cerca de Zimapán, ofrecen buenos tipos de dioritas andesíticas algunas veces cuarcíferas que aparecen en distintos lugares de las montañas de aquella región y que generalmente entre estas y las calizas metamorfizadas se encuentran los gruesos filones de hematitas y óxido salino. Igual formación rodea al filón principal de San José del Oro, en cuya parte superior el granate ferrífero aparece como elemento de metamorfismo.

Cerca de Xalostoc en Morelos entre calizas y rocas dioríticas, arma delgado filón de minerales de fierro con caracteres análogos á los que dejamos mencionados.

En la sierra de Alica frente al río Grande, cerca del Paso de los Bueyes, Territorio de Tepic, una importante masa de fierro se aloja en el contacto de calizas del Cretáceo Superior con las dioritas terciarias. El mismo caso se presenta en otros puntos de la sierra del Nayarit en Tepic.

Granulitas y dioritas andesíticas que son seguramente las que inauguran la serie eruptiva terciaria lo mismo que las anteriores, se encuentran con frecuencia en varias localidades del país trayendo minerales de oro, citando entre otros ejemplos el Mineral de Zomelahuacan en el Estado de Veracruz, en el Cantón de Ameca en Jalisco, Barranca del Oro en Tepic en la región de Pigintos y en la sierra del Parnaso en el Cantón de Mascota. En el Estado de Coahuila las dioritas andesíticas y diabasas del Pico de Teira se hallan en contacto con pizarras probablemente jurásicas y calizas cretáceas; las primeras llevan delgados hilos cuarcíferos con oro nativo.

Manifestándose las rocas postcretáceas á la influencia de acciones geodinámicas poderosas han alcanzado la elevación prodigiosa que vemos en la cresta principal de la Sierra Madre. Como si la dirección general hubiese sido una línea de menor resistencia para ceder á la acción eruptiva, todos los macizos y cordilleras que concurren á formar la principal, siguen poco más ó menos direcciones análogas, disponiéndose muchas veces en series escalonadas en las que la altura de sus cimas disminuye tanto hacia el O. para las costas del Pacífico como hacia el E. hasta tocar la Mesa Central.

Ya en la parte principal de aquella cordillera ó en algunas serranías de

orden secundario, un tipo de rocas parece definir la continuación de las erupciones graníticas modernas y á la que se suceden, con marcado orden en sus modificaciones de estructura y composición mineralógica, especies cuyos caracteres, comunes las más veces en distintas localidades para aquellas de la misma edad, nos sirven al presente como datos preciosos para formar más tarde, con detalles, la historia completa de los movimientos eruptivos recientes de este suelo.

Pero estas emisiones de variadas especies de rocas que se presentan de una manera sucesiva en esta región, no son hechos que se han concentrado exclusivamente en el territorio nacional, sino que con algunas modificaciones se continúan al S. sobre la Cordillera de los Andes, como al N. en el territorio de los Estados Unidos.

La roca que vino posteriormente á las rocas graníticas modernas había sido designada entre nosotros y en los lugares donde había sido conocida, bajo el nombre general de roca verde ó de pórfido verde, atendiendo á su color característico y á la apariencia porfiroide que macroscópicamente se observa. La atención que había despertado desde hace largos años la roca susodicha, provenía de que alojaba en su seno criaderos metalíferos de más ó menos importancia, cuya distribución resalta cuando observamos la Carta Minera de México, con una gran parte de sus Distritos Mineros escalonados á lo largo de la Sierra Madre, pues que una gran mayoría de tales yacimientos se presentan en estas rocas verdes. Cada Distrito Minero en su serranía local, presenta en el conjunto de sus rocas la misma serie de erupciones, como si el fenómeno se hubiese repetido muchas veces con cierta contemporaneidad para rocas de semejantes caracteres y acompañadas de análogos accidentes.

Esta serie de emisiones se caracteriza por tres tipos que por orden de aparición son: las andesitas y dacitas verdes de que hacemos mención, las rhyolitas y las labradoritas y basaltos.

Sin entrar en minuciosos detalles sobre la naturaleza y caracteres de las rocas verdes, las unas nos ofrecen rasgos que las hacen describir al lado de las porfiritas andesíticas generalmente de hornblenda y á los ortofiros, así como otras se asemejan más á las andesitas anfibólicas y de piroxena, pero en todas encontramos semejanza con las que fueron descritas hace tiempo por Richthofen bajo el nombre general de propylitas muy conocidas en Hungría y Transilvania, en Nevada en los Estados Unidos, y algunas que se conocen de localidades de la América del Sur. [1]

Variados aspectos de la estructura traquitoide y traquitoporfiroide presentan estas rocas en distintas localidades y aun en lugares vecinos y que se traducen por la diferente cantidad y desarrollo de los elementos de primera consolidación, la predominancia del magma microlítico sobre el amorfo y en al-

1. El término propylita ha casi completamente desaparecido del lenguaje petrográfico, pues está demostrado que las rocas que recibían este nombre son andesitas que han sufrido alteraciones complexas.

gunas la presencia más ó menos abundante de pasta microfeldsítica (dacitas).

Para dar una idea de los variados aspectos que nos ofrecen estas rocas, bastará mencionar algunas tomadas de localidades interesantes:

Comenzando desde luego por tipos dacíticos, observamos la roca que en varios puntos aparece en el Distrito Minero del Parral en el Estado de Chihuahua. Es de color gris verdoso y verde obscuro con cristales feldespáticos de color claro diseminados, hornblenda que á la simple vista es de color negro verdoso y laminillas de mica verde obscuro. Al microscopio su magma es de carácter en parte microfeldsítico y en parte microlítico con partículas de hornblenda verde amarillenta diseminadas, que son las que comunican á la roca su coloración. Los cristales de hornblenda se hallan en parte descompuestos y no siempre conservan la forma común de sus secciones; esta alteración, ya central ó periférica, consiste en la transformación á calcita, clorita y algunas veces á epidota.

Esta roca tendría, á juzgar por el cuarzo libre que algunas veces contiene, alguna semejanza con las felsodacitas de facies propylítica de Rosenbush, y en nuestra clasificación correspondería en parte ya á las dacitas como á las porfiritas de Fouqué y Levy que igualmente tienen analogía con algunas de las propilitas descritas por Zirkel, de Virginia Range (Geological Exploration of the Fortieth parallel 1876). En la misma región estas rocas adquieren un color más claro algunas veces, debido á la abundancia de cristales feldespáticos diseminados, los que les dan una apariencia más claramente porfiroide.

Es fácil observar aun á la simple vista y en cantidad muy variable, granos de pirita diseminados en la pasta.

En el Mineral de Guanaceví, Durango, andesitas alteradas de color verde, forman la primera emisión y á la que se hallan sobrepuestas tobas andesíticas y algunas veces tobas rhyolíticas igualmente verdes en bancos de espesor considerable y que contienen siempre venillas de epidota visibles en las láminas delgadas. La mayor parte de las vetas minerales en aquella localidad arman en estas rocas.

En el Estado de Sinaloa abundan las rocas verdes en muchos de sus Distritos Mineros, más ó menos alteradas por el contacto de las vetas minerales, ya auríferas, ya argentíferas. Dichas rocas verdes microlíticas pasan en algunos lugares á una estructura ofítica y aun á rocas holocristalinas de estructura claramente granítica dando tipos de dioritas y diabasas. Poseemos en nuestras colecciones rocas verdes andesíticas procedentes de San José de Gracia, del Mineral de Pánuco, en donde se presentan también las dioritas; y del Mineral del Rosario. Del Estado de Durango, además de Guanaceví, tenemos andesitas verdes de Copalquín y de los Minerales vecinos. De San Andrés de la Sierra en el Distrito de Papasquiaro, tenemos diabasas alteradas y una especie de gabro reciente ó eufótida en las que arman las vetas de la región.

En el territorio de Tepic se descubren las andesitas verdes en una grande

extensión siempre con caracteres análogos como en Acaponeta, en el Mineral del Zopilote, en Santa María del Oro y en la extensa región minera de Hostotipaquillo. En Jalisco, en el Mineral de los Reyes, en el Cuale; dacitas verdes en el Mineral de San Sebastián y en el Real Alto. Hay que notar que las andesitas verdes no solamente contienen hornblenda, sino que muchas veces la abundancia de piroxena hace que las consideremos más bien como andesitas de piroxena.

En Fresnillo, como en Sombrerete, Zacatecas, rocas de aspecto semejante se presentan cubiertas por una poderosa formación de tobas rhyolíticas verdes, [1] las mismas que con idénticos caracteres se extienden en el Distrito Mineral de Zacatecas, y que eran designadas antiguamente bajo el nombre de vacias.

La pequeñez de los elementos minerales y la profunda alteración que presentan las rocas que se extienden en todo el Distrito Minero de la Luz, Guanajuato, impiden en la mayor parte de los casos, una determinación exacta microscópica, ya de los elementos minerales que las forman, como de su estructura de asociación; apenas es posible distinguir en algunas preparaciones que poseemos, ciertos detalles que las aproximan á las porfiritas andesíticas [2] y á las andesitas de hornblenda.

Es interesante notar que existen grandes semejanzas entre la roca de La Luz, con aquellas que se observan junto con las tobas rhyolíticas en los Minerales del Estado de Zacatecas antes mencionados.

El grano fino de esta roca la hace confundir á veces con las tobas rhyolíticas. A más de los minerales obtenidos por descomposición del elemento ferromagnésico, se produce algunas veces una silicificación en el magma á la vez que los feldespatos pierden en parte sus contornos con apariencias muy irregulares.

A muy diferentes interpretaciones ha dado lugar la formación geológica general de La Luz y Guanajuato en lo que se refiere esencialmente á la edad de sus formaciones; diferencias provenidas por la ausencia de restos fósiles en los sedimentos de Guanajuato, como por la complexidad que originan las regiones eruptivas de su proximidad, las cuales, á no dudarlo, provienen de épocas anteriores al Cretáceo, como los granitos hornbléndicos de Santa Ana y las rocas graníticas de la serranía del Gigante.

El conglomerado rojo de Guanajuato, envuelve como productos de acarreo, fragmentos de granitos, syenitas, etc., de aquellas formaciones. Tales especies de rocas son anteriores á aquellas que dominan en La Luz, las que con-

1. Las rocas de los Distritos Mineros clasificadas como tobas rhyolíticas, unas son tobas andesíticas que aparecieron durante las erupciones de andesitas y que han sido posteriormente impregnadas de sílice, y otras vinieron con las erupciones de rhyolitas.

2. Hemos restringido en lo posible el uso del término *porfirita*, que como es sabido, se aplica generalmente á rocas de aspecto andesítico, pero de edad antecterciaria. Sin embargo, nosotros lo aplicamos á rocas terciarias de aspecto un poco diverso del de las andesitas comunes y con alteración peculiar.

sideramos como terciarias recientes, separándolas de las de la región del Gigante y de otros puntos que indudablemente corresponden á la serie antigua.

Andesitas de piroxena alteradas y dacitas de colores verde, pardo, violado y gris, constituyen las rocas eruptivas dominantes en los Minerales de Pachuca, Real del Monte y el Chico en el Estado de Hidalgo; con caracteres que las separan de las anteriormente citadas, solamente por su estructura, que puede considerarse como invariablemente traquitoporfiroide por los grandes cristales de labrador y restos alterados de cristales de piroxena diseminados. Tobas andesíticas como las que observamos en Guanaceví ó tobas rhyolíticas como las de Zacatecas, son muy escasas y apenas pueden verse en uno que otro punto y en muy pequeñas extensiones. La red metalífera de Pachuca atraviesa esta vasta formación de rocas andesíticas, cuyos tipos bien caracterizados y las rocas de emisión posterior, se pueden seguir fácilmente en la región vecina á la ciudad de Pachuca, de la que hemos hecho un estudio especial que próximamente saldrá á luz.

Sin haber mencionado en estricta continuidad los otros muchos puntos en que sobre la Sierra Madre se ven aparecer las rocas andesíticas verdes, como en Chihuahua, Sinaloa, Durango, Tepic y Jalisco, hemos mencionado Zacatecas, Guanajuato y Pachuca, que bajo el punto de vista orográfico, no corresponden directamente al sistema orográfico del O.; pero consideradas petrográficamente estas regiones montañosas, y en lo que se refiere á la sucesión cronológica de sus erupciones terciarias, pueden definirse como un ramal desprendido de aquella Sierra Madre que penetra hacia el interior del país con una dirección de N.O. á S.E., que aunque interrumpido en grandes trechos, pueden considerarse sus partes, semejantes, con ciertas restricciones locales, hasta en sus criaderos metalíferos.

En algunas de las localidades antes mencionadas, parecen suceder inmediatamente á las andesitas, traquitas [1] y traquiandesitas; ya como un simple cambio ó modificacion de las andesitas, ya como de erupción posterior.

En el Distrito de Juchipila del Estado de Zacatecas en el Mineral del Mezquital del Oro, encontramos traquitas violadas en las que arman vetas de cuarzo aurífero.

En las localidades donde abundan las andesitas de hornblenda, se presentan con frecuencia en la parte superior de las montañas grandes masas de brechas andesíticas, originadas sin duda durante las erupciones de las rocas posteriores junto á las cuales se presentan las brechas. El mejor ejemplo que podemos citar es el de la parte alta de la sierra de Pachuca, entre este Mineral y el del Chico, en cuyas brechas la profunda erosión ha dado lugar al curioso aspecto de las bien conocidas "Ventanas del Chico," Peña del Zumate y Las Monjas.

1 Hay que notar la escasez relativa de las traquitas en México, sobre todo durante el primer período de erupciones terciarias. Parecen haber sido más frecuentes antes del segundo período de erupciones de andesitas y en los actuales volcanes.

Después de las andesitas han aparecido las rhyolitas con las variaciones á que su tipo da lugar. Sin embargo; son rocas que por su naturaleza se pueden clasificar fácilmente aun macroscópicamente.

Muchas son las localidades en que abundan las rhyolitas para poderse enumerar en este lugar y que deberán ser descritas en trabajos de carácter regional; sólo indicaremos las localidades esenciales y las principales variedades que de este tipo se presentan.

Ya hicimos notar que muchas rhyolitas microgranulíticas se asocian á rocas recientes de estructura granítica, como sucede algunas veces en regiones en donde abundan las granulitas y aun en muy raros casos á las syenitas ó á las dioritas cuarcíferas que les son anteriores. Estos casos que tienen lugar en algunas serranías del interior de la Mesa Central ó en el sistema orográfico del E., se presentan con menos frecuencia en la Sierra Madre Occidental, donde las rhyolitas se asocian á las rocas verdes y que en su extensión superficial llegan á ocultarlas en muchos puntos.

Ya en nuestros itinerarios dejamos mencionada la enorme extensión que las rhyolitas abarcan en la Sierra Madre en su parte central. Estas rocas presentan una estructura desde casi microgranulítica [1] hasta enteramente vítreas con aspecto de obsidianas y retinitas.

Las rhyolitas son también notablemente abundantes en muchos lugares de la Mesa Central, de las cuales algunas se pueden considerar de edad posterior á las de la Sierra Madre.

En general, puede decirse que las formas de las montañas de rhyolitas son siempre características, lo que permite en muchos casos prever su naturaleza, sobre todo cuando esta roca se presenta única en una porción extensa de una serranía. Unas veces con avanzados y abruptos picos de los que nos ofrece un buen ejemplo el Picacho de Bernal en el Estado de Querétaro; aspectos muriformes ofrecen los grandes acantilados como en la extensa serranía de Valdecañas y en la no menos interesante Sierra Fría en el Estado de Zacatecas. En la segunda de estas serranías en gran parte formada de rhyolitas, las variaciones de estructura y compacidad dan lugar á la forma de mesetas y coronamientos en donde la fácil erosión da origen á desgarraduras caprichosas. En esta sierra, como en otras muchas localidades formadas de la misma roca, las rhyolitas esferolíticas de pasta poco coherente ó tobosa, alternan en bancos más ó menos horizontales y paralelos, con rhyolitas petrosilizosas muy cargadas de cuarzo, compactas y resistentes á los agentes de erosión. El resultado es la disposición en gradines ó escalones á distintas alturas en los flancos de las montañas. Las superficies de separación en blocks, ya por contracción ó por acciones atmosféricas, dan lugar generalmente á aspectos columnares y á otras formas imitativas como algunos de los cerros llamados de los Frailes, nombre con que designan en varios lugares del país á algunas rocas con estructura columnar.

1 Nevaditas.

Pueden mencionarse como rhyolitas notablemente esferolíticas las de Chichíndaro en el Estado de Guanajuato y las de San Ildefonso, Tula, Hidalgo; retinitas esferolíticas y perlíticas, en Apasco el Alto, de agradable aspecto por el contraste de coloración que ofrece la pasta amorfa, negra ó gris y los glóbulos esferolíticos generalmente rojos. Pero las más abundantes que conocemos son las rhyolitas petrosilizosas de diversos matices, rojas, blancas, violadas, etc., como las de la Sierra del Jaral, y de otros puntos de las cercanías de San Luis Potosí, las de Guanajuato, Pozos, Peñoles, etc., etc., de las que algunas frecuentemente son acompañadas de retinitas y que llegan á predominar como en el cerro Xicuco entre Tula y Mixquiahuala del Estado de Hidalgo.

Las rhyolitas violadas que se disponen en corrientes en la formación terciaria de Acacico, cerca de Yahualica, Jalisco, son notables por las curiosas formas (axiolitas) que la pasta microfeldsítica presenta al microscopio, muy semejantes á las que describe Zirkel de una roca de Black Rock Mountains, Nevada.[1]

Hay una zona eruptiva muy notable que recorre en gran parte la región central del país poco más ó menos comprendida entre los paralelos 19 y 21°. En esta zona, la aparición de rocas eruptivas modernas ha comenzado en lo general con las rhyolitas á las que se han sucedido, una segunda emisión de de andesitas en extraordinaria variedad, un reducido número de traquitas, las labradoritas y basaltos de nuestros principales y casi contemporáneos volcanes cuyas poderosas corrientes las vemos dilatarse por todas partes.

El régimen orográfico de esta región ha permitido la formación de extensos valles y cuencas que á su vez facilitan la retención de las aguas en lugares aislados y cuyo número autoriza á definir en su conjunto esta porción como la región de los lagos de la República.

Entre los principales valles que podemos mencionar en esta zona, tenemos el extenso é irregular de Guadalajara, los de Toluca y Puebla y la gran cuenca de México, en los que los fenómenos de una poderosa acción diluvial se manifiestan claramente atendiendo á los potentes lechos de aluvión; y esta acción unida á las múltiples erupciones volcánicas que en estos valles han tenido lugar, que los han cubierto con sus abundantes productos á la par que los depósitos químicos de abundantes aguas de carácter termal, fenómenos siempre en relación con aquellas, han podido sepultar y destruir la rica fauna de gran talla cuyos restos encontramos con frecuencia.

La elevación prodigiosa de los valles de Puebla y Toluca así como de la cuenca de México, obedece pues á la continuidad en un espacio de tiempo muy grande, de movimientos del dominio de la dinámica interna, tanto por la invasión de productos ligeros y de las rocas macizas de los volcanes, como en una grande escala, por las erosiones producidas por los agentes agua y atmósfera sobre los colosales macizos eruptivos preexistentes.

1 Geol. Exp. of the Fortieth Parallel.

Las rocas de la invasión andesítica de esta segunda época se presentan siempre con caracteres distintos de los de la primera y que se aprecian casi inmediatamente. La piroxena monoclínica, esencialmente la hiperstena, existe frecuentemente entre los elementos ferromagnésicos de estas rocas; ya como constituyente principal ó bien accesorio; el carácter microlítico en las primeras tan marcado, disminuye poco á poco en las erupciones más recientes aumentando la proporcion de magma amorfo, siempre desvitrificado, acusando una más ó menos violenta consolidación y tal vez la baja temperatura á la cual han llegado al exterior. Con este grupo de rocas comienzan á reconocerse en el país los vestigios de verdaderas erupciones volcánicas por las huellas que en algunos lugares se conservan, es decir, por aparatos crateriformes más ó menos destruídos.

Una distribución por regiones, de las andesitas, subdividiéndolas por las variantes de su estructura ó por el elemento ferromagnésico dominante es imposible, toda vez que su especificación no puede realizarse á causa del constante cambio en la naturaleza de los minerales componentes y mayor ó menor cristalinidad.

Las andesitas de hornblenda de magma microlítico y feldsítico, conteniendo algunas veces cuarzo (dacitas), parecen manifestarse inmediatamente después que las rhyolitas, en este segundo período andesítico. Las dacitas son anteriores á las andesitas piroxénicas también de esta segunda época como se puede juzgar por la sobreposición que varias veces hemos observado y por los gruesos depósitos sedimentarios que han cubierto á las dacitas y los aluviones con guijarros de esta especie, que á grandes profundidades se presentan en el interior de nuestros grandes valles. Las andesitas de hornblenda como regla general que las distinga de las andesitas de hornblenda de la primera época, es la existencia exclusiva de la hornblenda parda de fuerte dicroismo, alterada las más veces en la periferia de los cristales de estas rocas, en productos ferruginosos provenidos casi siempre únicamente por agentes atmosféricos.

Los colores que dominan generalmente son el gris violado y rojo, haciendo notar que este último color proviene de la alteración de las violadas, por la descomposición de los cristales de anfibola, en óxidos de fierro que se disemina en el magma. La mayoría son de aspecto traquito-porfiroide, raras veces son holocristalinas microlíticas, en tanto que otras sólo algunos cristales de primera consolidación de labrador adquieren un desarrollo notable.

De cierta contemporaneidad ó algo anteriores á estas andesitas conviene citar la mayor parte de nuestras traquitas hornbléndicas ó micáceas, cuyo número es por cierto limitado, y más si se compara con el número de las que así habían sido consideradas entre nosotros antes de la aplicación del microscopio.

La mezcla de una pasta microlítica á veces con exclusión de magma amorfo, cristales de sanidino, plagioclasa, hornblenda y piroxena; rocas algunas veces formando pequeñas eminencias y rodeadas por andesitas de otra especie más moderna, se presentan en algunos lugares de México, como es el

caso para la roca que se designa en la ciudad de México bajo el nombre de "Chiluca" y que viene de algunos cerros del grupo de la Sierra de las Cruces y Monte Alto en la cuenca de México; cerca de la base de esta sierra se encuenta también la Chiluca cubierta por los poderosos bancos de brechas pomosas, que son productos que aparecieron durante las erupciones de las andesitas de hornblenda é hiperstena tan extendidas en aquella porción.

La chiluca que hemos designado como traqui-andesita presenta grande analogía por los elementos minerales que como se ve la forman, con algunas rocas de el Cantal, Francia. Esta especie la hemos considerado como de las más antiguas rocas eruptivas de la cuenca mexicana.

La presencia de la hiperstena en abundancia en las andesitas marca el fin de las erupciones andesíticas pues que se ven alternando con los basaltos en las erupciones que se manifiestan hasta nuestros días; pero el tipo transitorio lo realizan aquellas que contienen á la vez hornblenda é hiperstena en proporciones casi iguales, conteniendo algunas veces augita monoclínica una y otra en parte de consolidación primera como la hornblenda. El magma es amorfo y microlítico con tendencias á predominar la parte amorfa que se silicifica algunas veces para pasar á tipos dacíticos.

Andesitas de hornblenda é hiperstena han sido encontradas en muchos lugares y aunque pudieran designarse algunas de estas rocas por un solo elemento el más característico, nos ha parecido conveniente nombrar en la clasificación los dos minerales ferromagnésicos, para separarlas de las exclusivas de anfibola ó de piroxena que presentan caracteres distintivos.

En la sierra que limita á la cuenca de México por el O. se encuentran en abundancia las andesitas de hornblenda é hiperstena que vemos extenderse casi hasta el límite N. del Estado de México; en el valle de Toluca se presentan igualmente, así como en algunas partes de la Sierra Madre en Chihuahua, y en Moctezuma, Sonora.

El tipo vítreo de estas rocas y de algunas dacitas frecuentemente se presenta (magma vítreo con esferolitas y estructura perlítica). Las obsidianas andesíticas ya con anfibola ó con mica se encuentran en diques ó intrusiones en las andesitas de la cuenca de México. Andesitas exclusivamente de augita, de esta última época muy pocos son los ejemplares que conocemos para poderlos mencionar aquí.

Pasamos á las andesitas exclusivamente de hiperstena ó á aquellas en que este mineral domina. Podremos distinguir dos variedades: las andesitas de magma en gran parte microlítico y las de magma amorfo dominante ú obsidianas andesíticas. En muchas localidades se encuentran asociados los dos aspectos de estructura, cuyas diferencias provienen de la variación de condiciones en el momento de su erupción, como se prueba fácilmente por el paso de uno á otro que se hace algunas veces por grados insensibles. El magma microlítico llega á estar algunas veces desprovisto casi de materia amorfa como se ve claramente en algunas andesitas de esta especie en Guadalupe en el Distrito Federal.

En las obsidianas andesíticas la augita entra frecuentemente á la vez que en el primero, en el segundo período de consolidación y entonces bajo una forma casi cristalítica, es decir, como simple desvitrificación del magma amorfo ó bien en muy pequeñas microlitas. Las erupciones andesíticas de nuestros actuales volcanes han producido estas rocas vítreas cargadas de piroxenas, como las lavas actuales del volcán de Colima y las más anteriores erupciones del Popocatepetl.

Lo mismo que el tipo vítreo de las andesitas domina en las erupciones más recientes, el tipo vítreo de traquitas se presenta. Un ejemplo claro nos ofrecen las lavas de 1870 arrojadas por el volcán Ceboruco y que son designadas como traquitas obsidiánicas de piroxena. Traquitas vítreas se encuentran también en los volcanes del Popocatepetl y Colima.

La presencia del olivino como un elemento accidental en estas rocas les da á la simple vista el aspecto de basaltos, con los cuales se han confundido algunas veces debido á la semejanza de color y superficie ampollosa, como es común en basaltos de corrientes; y no cabe duda que por insensible modificación se pasa de las unas á las otras; pues la disminución de la oligoclasa en el magma microlítico con absoluta predominancia del labrador, se llega á los tipos básicos representados por labradoritas y basaltos, como se observa en algunos lugares de la cuenca mexicana.

Desde las andesitas hornbléndicas que parecen haber sucedido á las rhyolitas, las erupciones, no solamente concretábanse á la emisión de rocas compactas sino á una enorme cantidad de productos desagregados que sedimentados luego por vapores acuosos de la mismas erupciones y arrastrados después por las proyecciones atmosféricas, han originado esos poderosos depósitos de tobas andesíticas y pomosas, brechas, etc., que son tan abundantes en los asientos de las grandes cuencas centrales del país, cuyas capas más superficiales, dada su ligereza y la fineza de los elementos detríticos, han sido confundidas á veces con productos eólicos.

Terminamos el extenso conjunto de rocas eruptivas con las labradoritas, es decir, basaltos desprovistos de olivino ó que lo presentan de una manera accidental; y basaltos propiamente dichos que se encuentran ya bajo la forma de corrientes en regiones exclusivamente volcánicas ó bien en mas raros casos apoyados y dislocando las calizas superiores del Cretáceo. Las labradoritas á más del caso en que se ofrecen por modificación de las andesitas de hiperstena, las vemos asociadas también con las andesitas, pero de la primera época marcando un primer período de erupción, anterior á las andesitas de hiperstena.

Las rocas de estas primeras erupciones se distinguen de las que definen el fin de la serie complexa de movimientos eruptivos, en su cristalinidad, su estructura en masa, en ser á veces notablemente porfiroides y presentarse en corrientes de una grande longitud.

Al grupo de estas labradoritas corresponden aquellas rocas que aparecen en la parte superior del cerro de San Cristóbal de Pachuca, bajo la forma de

un casquete, ó en otros lugares en pequeños diques que atraviesan las andesitas verdes y dacitas que constituyen la formación dominante de ese Mineral. Se nos presentan de variados aspectos y coloraciones; pero en el examen microscópico conservan siempre el mismo carácter En aquellas de color rojizo, fueron encontradas por Von Rath la trydimita y la cristobalita, uno y otro mineral en pequeños cristales agrupados en nidos ó en pequeñas geodas. Cualesquiera que hayan sido las causas que originaron esta segregación, que indudablemente se verificó en épocas contemporáneas de la consolidación de la roca, esta ofrece al microscopio entre la pasta de microlitas de labrador, una pequeña cantidad de silice bajo la forma microfeldsítica á expensas de la cual tuvo lugar la formación de cristobalita y tridymita.

De las vertientes orientales de la Sierra Madre podrían citarse ejemplos en que las labradoritas se presentan en contacto con las andesitas de la primera época y rhyolitas; bástenos citar la labradorita negra que se presenta cerca de las rocas verdes, en la formación metalífera del Parral, Estado de Chihuahua. En el Territorio de Tepic en contacto con rocas verdes en varios puntos del Nayarit, en el E. de Jalisco, en el Estado de Michoacán con igual aspecto cerca del volcán del Jorullo y en la sierra madre oriental existe en varios puntos de la región de las Huastecas. Los caracteres de estas labradoritas convienen notablemente con su edad geológica dada la ausencia ó rareza del olivino, á diferencia de las modernas en que se nos presenta este mineral con más frecuencia.

Estas rocas básicas afectan con frecuencia una estructura columnar, citando desde luego los basaltos columnares de los Reyes, bañando á las andesitas metalíferas de aquella región del Cantón de Mascota en Jalisco.

Al pie de la sierra de Alica, Tepic, cerca de Río Grande, entre este río y San Luis de Lozada, existen también basaltos con estructura en masa columnar.

Todo el mundo conoce las hermosas columnas hasta de 40 metros de altura que se extienden en un gran tramo á lo largo de la barranca de Regla en el Estado de Hidalgo y que asientan sobre la formación terciaria de tobas, que á su vez descansan sobre las areniscas calizas superiores del Cretáceo. Las labradoritas de Regla son de color gris compactas y con algunos pequeños granos diseminados de olivino. En el centro de estas columnas frecuentemente se presentan geodas tapizadas de zeolitas, generalmente la chavacia, en cristales blancos bien formados y la thomsonita y la aragonita.

La formación terciaria de Acacico cerca de Yahualica en el Estado de Jalisco, igualmente de margas y arcillas con bancos intercalados de semiópalo, es cortada en el pequeño cerro llamado de la Mina por un pequeño reventón formado de un curioso grupo de columnas inclinadas, de sección generalmente pentagonal, de labradoritas de color negro. Su magma lo componen pequeñas microlitas de labrador y piroxena y no presentan cristales de ninguna especie bien desarrollados como si no hubieran experimentado estas rocas más que una y simple consolidación.

La otra serie de labradoritas y basaltos se prolonga hasta las últimas emisiones de rocas volcánicas, confundiéndose en muchos casos con los basaltos de la multitud de corrientes de los volcanes de la región central de México, á más de las que se asocian á las andesitas de hiperstenas. Ejemplos de uno y otro caso existen en las montañas que circundan la cuenca mexicana y en su interior; así vemos en el pequeño cerro del Peñón de los Baños, formado de obsidianas andesíticas de hiperstena, un reventón de labradoritas de piroxena en lajas delgadas que afectan curiosas ondulaciones. En algunas corrientes de lavas de los volcanes proximos al Ajusco, al S. de dicha cuenca, las labradoritas son originadas simplemente por una notable disminución del olivino de los basaltos dominantes en aquella región.

Acentuado difinitivamente el relieve general de la región central del país con la aparición de las andesitas de hipersterna vítreas por innumerables chimenas volcánicas esparcidas con grande profusión, ó bien con los macizos en los que la acción devastadora de los agentes de erosión ha destruído todo aparato volcánico, viene á ser en una pequeña parte modificado por la apertura de nuevos focos volcánicos, en los que las rocas de las corrientes y productos de la erupción pertenecen exclusivamente á los basaltos á causa de la abundancia relativa del olivino en magmas formados de elementos microlíticos de labrador y piroxena. Pero bien pronto cesa la erupción de los basaltos para dejar de nuevo el campo á las rocas otra vez con hiperstena que vemos en nuestros pocos volcanes en actividad actual.

Los basaltos de la región N. de la cuenca mexicana, los vemos ocultarse por los bancos espesos de margas con fósiles vertebrados del Plioceno. Más tarde las andesitas de hiperstena aparecen en el centro para manifestarse posteriormente á ellas los basaltos en el S., bajo la forma de poderosas corrientes, que han sepultado en sus escombros regiones habitadas por el hombre. Un ejemplo más notable de parecida alternancia se obtiene fácilmente comparando los basaltos de olivino de las erupciones de hace siglo y medio del Jorullo en Michocán, con los paroxismos actuales del Ceboruco y del de Colima, que arrojaron buenos tipos de traquitas y andesitas piroxénicas de magma vítreo.

En la región N. del país, sobre la Mesa Central, y en varios puntos de la cordillera madre oriental, se presentan frecuentemente basaltos más antiguos, abriéndose paso á través de sedimentos mezozoicos, en tanto que á lo largo de la Sierra Madre occidental, los macizos de rocas eruptivas terciarias se ven cubiertas en parte por basaltos, contrastando claramente las amortiguadas formas que la erosión imprime á aquellos con los contornos recortados de los conos volcánicos basálticos.

En la gran llanura que se extiende al S. de la cordillera de Mazapil, y en la porción comprendida entre las montañas de Gruñidora y de Ahorcados, los basaltos terciarios se ven aparecer al través de las calizas apizarradas del Cretáceo que cubre está región. Estos basaltos que se extienden algunas veces bajo la forma de lechos en inmediato contacto con las calizas, los vemos

aparecer de igual manera al pie de las montañas de Mixquiahuala en el Distrito de Tula del Estado de Hidalgo, sobre un asiento de calizas apizarradas arcillosas profundamente dislocadas, que han sufrido en su parte superior el metamorfismo consiguiente al contacto de la roca basáltica que en estado semifluido ha cubierto en parte sus estratos.

En las márgenes del río Yautepec, cerca de la población del mismo nombre, en Morelos, rocas basálticas descansan sobre la caliza de hippurites y nerineas, y donde esta caliza folisífera gris y delgados mantos de yeso, se transforman en los planos de contacto en mármol sacarino blanco y yeso calizo fibroso (tecalli).

En el Distrito Minero de Catorce y Matehuala, en el lugar llamado "Padre Flores," igual emisión de esta roca se ha verificado, abriéndose paso y dislocando las calizas del Cretáceo Inferior de esa localidad y que ha puesto fin á los movimientos eruptivos de la aislada serranía metalífera de Catorce.

En el lugar llamado Palo Grande, á un lado del tajo de Tequixquiac, existen basaltos contemporáneos, de los que descansan sobre margas de idéntico carácter más allá de la extremidad N.O. de la cuenca de México, descubiertos en la prolongación del tajo de Nochistongo cerca del Salto, que por desigual acción de los agentes de erosión de esta roca y la que le sirve de base, ha originado la caída conocida con el nombre del Salto. Capas de grandes espesores de tobas pomosas y aluviones cuaternarios cubren hacia el S. este lecho de basaltos y se prolongan estos depósitos aumentando su potencia hasta los límites de la parte plana de la cuenca por el S.

En las márgenes del río de Tula, siguiendo para el N. la extensa formación del Salto, ocurren de nuevo los basaltos de igual época, coronando las cimas de pequeños cerros; solamente aquí aparecen sucederse dos ó tres emisiones sucesivas de esta roca con intervalos de tranquilidad que permitieron la formación de nuevos bancos margosos que se interponen de una á otra. El aislamiento observado de los lechos de basalto en la porción superior de estos cerros, es la consecuencia de prolongadas é intensas acciones de erosión facilitadas por la fácil desagregación de los asientos de margas.

Después de que el trabajo de las corrientes de agua rellenaban los fondos de la que había de llamarse cuenca mexicana, y de que las condiciones de clima facilitarían la permanencia en esta región del hombre que nos pinta el principio de la historia de nuestro país, un poderoso cataclismo asola la parte S. de la cuenca. Arrojando gran cantidad de cenizas aparece el volcán Xitli con su corriente basáltica de 13 kilómetros que descendía rápidamente hacia las partes planas de la cuenca envolviendo entre sus ruinas regiones habitadas. Con frecuencia se descubren en las capas de tobas pomosas en que descansas dichas lavas, variados utensilios de la industria primitiva, fragmentos de huesos humanos y de algunos vertebrados actuales.

En estos tiempos ya el volcán de Toluca había cesado de manifestar sus paroxismos, en tanto que el Popocatepetl ofrecía sucesivas erupciones de andesitas de hipersterna, erupciones que repetidas en lapsos de tiempo más ó

menos largos y acompañados casi siempre de temblores de tierra que se hacían sentir en la ciudad de México, han terminado al fin á principios de este siglo, quedando ahora este volcán en un estado de actividad solfatárica. El Pico de Orizaba ha quedado por el mismo tiempo en el mismo estado que el Popocatepetl.

A mediados del siglo pasado, en el Estado de Michoacán, un nuevo volcán aparecía en la llanura de Mal País, de que tan buena descripción nos ha hecho el Barón de Humboldt. Los productos fueron basaltos negros muy cargados de olivino. Con estos últimos fenómenos volcánicos ha terminado en el país la prolongada inundación de lavas basálticas y andesíticas que desde fines del Terciario comenzó á hacerse sentir.

INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO



ÍNDICE.

ERRATAS EN LAS LISTAS DE FÓSILES.

Páginas.	Líneas.	Dice.	Léase.
204.........	1.........	Macroptœniopteris......	Macrotœniopteris.
207.........	28.........	Gryphea..................	Gryphæa.
207.........	38.........	Calerdoni.................	Calderoni.
207.........	39.........	Pleoromya................	Pleuromya.
208.........	23.........	phlicatilis.................	plicatilis.
214.........	20.........	Masthophyllia...........	Mastophyllia.
215.........	15........	Galeotti....................	Galeottii.
215.........	24.........	Epiastar..................	Epiaster.
215.........	33.........	Serapula..................	Serpula.
216.........	8.........	Gryphoea.................	Gryphæa.
216.........	12.........	Patheroni.................	Matheroni.
217.........	5.........	Brooni......................	Bronni.
217.........	20.........	Baranini..................	Barabini.
217.........	36.........	Heilprim..................	Heilprin.
217.........	38.........	Whifield..................	Whitfield.
218.........	6.........	Damarck..................	Lamarck.
220.........	7.........	Ceritium..................	Cerithium.
220.........	10.........	Aporrahais...............	Aporrhais.
220.........	18.........	Rœmer Co...............	Conrad.
220.........	24.........	Phyloceras...............	Phylloceras.
220.........	28.........	Plancenticeras...........	Placenticeras.
231.........	20.........	(macoma).................	(Macoma).
231.........	23.........	enœquivalvis............	inæquivalvis.
231.........	38.........	reetidens..................	rectidens.
232.........	2.........	Clyptodon...............	Glyptodon.
232.........	15.........	hesterus...................	hesternus.



